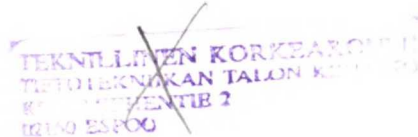


Aalto-yliopisto  
Teknillinen korkeakoulu  
Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta  
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma

Jussi Heimala

**Mikrotietokonetekniikan opetus sähköalan perustutkintoon  
johtavassa ammatillisessa toisen asteen koulutuksessa**



Diplomityö

Espoo 1.toukokuuta 2010

Valvoja:                      Professori Petri Vuorimaa

Ohjaaja:                     Professori Petri Vuorimaa

Aalto-yliopisto Teknillinen korkeakoulu Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta Tietotekniikan tutkinto-ohjelma		DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ	
Tekijä: Jussi Heimala			
Työn nimi: Mikrotietokonetekniikan opetus sähköalan perustutkintoon johtavassa ammatillisessa toisen asteen koulutuksessa			
Sivumäärä: 7+69	Päiväys: 1.5.2010	Julkaisukieli: Suomi	
Professori: Vuorovaikutteinen digitaalinen media		Professuurikoodi: T-111	
Työn valvoja: Professori Petri Vuorimaa			
Työn ohjaaja: Professori Petri Vuorimaa			
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Työssä etsittiin keinoja oppimistulosten ja opiskelumotivaation parantamiseen mikrotietokonetekniikan opetuksessa sähköalan perustutkintoon johtavassa ammatillisessa toisen asteen koulutuksessa. Teoriataustan perusteella kokeiltiin työpainotteista ammatillisia opintojaksoja integroivaa opetusta Nastopoli-instituutissa Nastolassa kahdella elektroniikka-asentajan ammattiin opiskelevalla ryhmällä vuosina 2006–2009. Tutkimusaineistoa vahvistettiin Suomen ammatillisten oppilaitosten sähköalan opettajille suunnatulla kyselyllä mikrotietokonetekniikan opetuksesta ja integroinnista opetusmenetelmänä.</p> <p>Jotta opetuskokeilu olisi ollut ajanmukainen, paneuduttiin taustaselvityksessä kasvatustieteen näkemyksiin oppimisesta. Opetustavoitteet varmistettiin ammattialakohtaisista Opetushallituksen säädöksistä ja Nastopoli-instituutin sähköalan perustutkinnon opetussuunnitelmasta. Käytännön opetus toteutettiin integroimalla kuusi ammatillista aihealuetta mikrotietokonetekniikkaan liittyvää opintojaksoja yhteen 21 opintoviikon opintokokonaisuudeksi.</p> <p>Työn perusteella integrointi todettiin toimivaksi opetusmenetelmäksi. Käytännönläheinen oppimismenetelmä motivoi opiskelijoita ja oppimistulokset olivat hyviä ja opiskelijoille syntynyt ammatti-identiteetti oli vahvempi kuin perinteisillä opetusmenetelmillä opiskelleiden. Opetuskokeiluun osallistuneet opettajat kokivat työmotivaationsa ja -innokkuutensa nousseen. Tämä osaltaan paransi opiskelijoitten opintomotivaatiota ja -menestystä.</p>			
Asiasanat: mikrotietokonetekniikka, ammatillinen koulutus, opetusmenetelmä, opetuksen integrointi, tekemällä oppiminen			

Aalto University School of Science and Technology Faculty of Information and Natural Sciences Degree programme of Computer Science and Engineering		ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS	
Author: Jussi Heimala			
Title: Teaching of micro computing technology for the basic degree of electrical engineering in secondary level vocational education			
Number of pages: 7+69	Date: 1.5.2010	Language: Finnish	
Professorship: Interactive Digital Media		Code: T-111	
Supervisor: Prof. Petri Vuorimaa			
Instructor: Prof. Petri Vuorimaa			
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of this Master thesis is to find means for the enhancement of learning and study motivation in the teaching of micro computer technology in secondary level vocational education. The framework comprised a test of an integrative teaching method for the teaching of vocational courses at Nastopoli Vocational Institute in Nastola. In the teaching experiment there were two groups of students studying to graduate as electronics technicians within the period of 2006 to 2009. For background studies of the case, there was a survey of teaching of micro-computer technology and integration as a teaching method among Finnish secondary vocational teachers of micro computing technology.</p> <p>To conduct an up-to-date teaching experiment, the current pedagogical views of a learning process were featured in the background study. The composition of the educational objectives was modeled after the national core curriculum published by The Finnish National Board of Education as well as the locally approved education provider's locally approved curriculum for electricity qualifications of Nastopoli Institute. The teaching was carried out by integrating six study courses related to micro-computer technology into one study unit of 21 credits</p> <p>The results presented in this thesis suggest that an integrative teaching method is both beneficial and motivational. A practical learning method motivates students improving their learning results accordingly. The students' professional identity was also strengthened compared to students taught with traditional methods. The teachers involved in the experiment felt increasingly motivated, which added to the students' overall success in their studies.</p>			
Keywords: micro computing technology, vocational training, method of teaching, integration of teaching, learning by doing			

## Esipuhe

Tämän diplomityön tekeminen on ollut opettavaista ja haastavaa. Työn aiheena oleva opetuksen kehittäminen kuuluu mielenkiintoisena osana opettajan tehtäviini. Työn käytännön osuus sujuikin vaivattomasti. Kirjoittaminen sen sijaan on aina ollut minulle vaikeaa. Pitkällisten alkuponnistelujen jälkeen, sain vihdoin keväällä 2007 aloitettua kirjoitustyöt, jotka etenivät hitaasti, kunnes 2009 loppuvuodesta tutkintouudistuksen pakottamana ryhdyin aktiivisesti tavoittelemaan raportin valmiiksi saattamista.

Kirjoitustyö karkasi käsistä moneen otteeseen. Vaikeinta oli pysyä rajatun aiheen sisällä: mielenkiintoista tutkittavaa asian ympäriltä riittäisi määrättömästi. Tuotettua raakatekstiäkin syntyi kolminkertainen määrä lopulliseen raporttiin verrattuna.

Suurin kiitos kuuluu ohjaustyötä jatkaneelle professori Petri Vuorimaalle, joka sai jo kertaalleen pysähtyneen työn jälleen liikkeelle ja jatkumaan valmistumiseen asti. Kiitos kuuluu myös työni ensimmäiselle ohjaajalle ja valvojalle professori Juha Tuomiselle, joka kannusti minua työssäni alkuun sekä yleensäkin yrittämään tieteellisen tekstin tuottamista.

Työni valmistumisen takaa löytyy myös Taina Hyppölän vetämä D2010 projekti. Ilman Tainan hoputuksia olisi homma jäänyt tekemättä.

Kiitoksen ansaitsee kollegani Erkki Kontiainen, jonka kanssa olen viimeiset 13 vuotta opettanut tulevia elektroniikka-asentajia ja kehittänyt opetustani parempaan suuntaan, toivottavasti.

Parhaat kiitokset perheelleni, joka on jaksanut ymmärtää henkistä poissaoloani opinnäytetyötä tehdessäni.

Hollolassa 1.5.2010

Jussi A. Heimala



# Sisältö

<b>TIIVISTELMÄ.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iii</b>
<b>ESIPUHE.....</b>	<b>iv</b>
<b>SISÄLTÖ.....</b>	<b>v</b>
<b>SYMBOLIT JA LYHENTEET.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 KOULUTUKSEN KAUTTA AMMATTIIN.....	1
1.2 TYÖN TAVOITTEET .....	2
1.3 TYÖN RAJAUS.....	2
1.4 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESEIT .....	3
1.5 TYÖN SISÄLTÖ.....	3
<b>2 AMMATILLINEN KOULUTUS JA OPPIMISKÄSITYS.....</b>	<b>5</b>
2.1 AMMATILLINEN KOULUTUS.....	5
2.2 OPPIMISKÄSITYS .....	9
<b>3 MIKROTIETOKONETEKNIIKAN OPETUSSUUNNITELMA .....</b>	<b>15</b>
3.1 OPETUSSUUNNITELMA .....	15
3.2 VALTAKUNNALLISET OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET .....	15
3.3 OPPILAITOSKOHTAINEN OPETUSSUUNNITELMA.....	18
3.4 NASTOPOLI-INSTITUUTIN OPETUSSUUNNITELMA.....	18
3.5 OPPILAITOSKOHTAISET OPINTOJAKSOT JA OPPIMISTAVOITTEET .....	19
<b>4 KYSELY MIKROTIETOKONETEKNIIKAN OPETUKSESTA (KEVÄT 2007) .....</b>	<b>22</b>
4.1 TAVOITTEET .....	22
4.2 KOHDERYHMÄ .....	22
4.3 KYSELYPALVELIN .....	22
4.4 KYSELYN TOTEUTUS .....	23
4.5 KYSYMYKSET TEEMOITTAIN .....	23
4.6 KYSELYN TULOKSET .....	24
4.7 TULOKSET KYSELYN PÄÄTAVOITTEISIIN .....	29
4.8 KYSELYN TULOSTEN LUOTETTAVUUS .....	35
<b>5 OPPIMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ .....</b>	<b>37</b>
5.1 TOTEUTUS.....	37
5.2 OPISKELIJAT .....	37
5.3 OPETUSTILAT JA TYÖTURVALLISUUS .....	37
5.4 OPETUSVÄLINEET.....	38
5.5 SUUNNITTELU .....	39
5.6 TAVOITTEET .....	40
5.8 OPINTOKOKONAISUUDET .....	41
5.9 OPETUSJÄRJESTELYT.....	42
5.10 OPINTOJAKSOJEN TOTEUTUS .....	44
<b>6 OPPIMISTULOKSET .....</b>	<b>53</b>
6.1 TULOSTEN ANALYSOINTI.....	53

6.2	SAELN05RA.....	53
6.3	SAELN06RA.....	55
6.4	RYHMÄDYNAMIIKAN VAIKUTUS.....	56
6.5	TULOSTEN LUOTETTAVUUS.....	56
<b>7</b>	<b>YHTEENVETO.....</b>	<b>58</b>
7.1	YHTEENVETO TEHDYSTÄ TYÖSTÄ .....	58
7.2	ASETETTUIJEN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN.....	59
7.3	VASTAUKSET TUTKIMUSKYSYMYKSIIN .....	60
7.4	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS .....	62
7.5	JATKKEHITYS.....	62
7.6	LOPPUSANAT.....	63
	<b>LÄHTEET.....</b>	<b>65</b>

## Symbolit ja lyhenteet

### Lyhenteet

CMOS	Complementary metal oxide semiconductor,
CPU	Central processing unit
EK	Elinkeinoelämän keskusliiton
ETY	Euroopan talousyhteisö
HOJKS	Henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma
I/O	input/output
LAI	Lahden ammatti-instituutti
MPLAB IDE	Microprocessor laboratory -integrated development environment
MCU	Microcontroller Unit
OPH	Opetushallitus
OPS	Opetussuunnitelma
OV	Opintoviikko
PIC	Programmable interface controller, kontrolleri tuotemerkki
PICKit 2	Kehitys työkalu ohjelmisto PIC kontrollerille
PHKK	Päijät-Hämeen koulutuskonserni
RAM	Random access Memory
ROM	Read only memory
SAELN05RA	Sähkö, elektroniikka, Nastola, 2005, Rakokiven toimipiste
SAELN06RA	Sähkö, elektroniikka, Nastola, 2006, Rakokiven toimipiste
SFS	Suomen standardoimisliitto
STEK ry.	Sähköturvallisuuden edistämiskeskus
STUL ry.	Sähkö ja teleurakoitsijaliitto
TTL	Transistor-transistor logic

## 1 Johdanto

### 1.1 Koulutuksen kautta ammattiin

Suomessa valmistuu ammatillisesta toisen asteen koulutuksesta joka vuosi satoja elektroniikka-asentajia, joilla pitäisi olla riittävä oman ammattialansa osaaminen työelämän tarpeisiin. Nuorisoasteen elektroniikka-alan opettajana 24 vuotta työskennelleenä olen kuitenkin jatkuvasti törmännyt oppimisen ongelmiin, jotka karkeasti yleistäen näyttäytyvät kaksijakoisesti opiskelumotivaation puutteena ja elektroniikan syvällisen osaamisen vaikeutena.

Riittävää käytännön osaamisen saavuttamista vaikeuttaa tekniikan kompleksisuus. Perusperiaatteiden, teorioiden ja yksittäisten kädentaitojen osaaminen ei vielä riitä monimutkaisten laitteiden ja laitekokonaisuuksien toiminnan ymmärtämiseen, saati niiden huoltamiseen ja korjaamiseen.

Paljon kysymyksiä ja haasteita nousee esille. Voiko kolmen vuoden koulutus tuoda riittäviä ammatillisia taitoja peruskoulusta valmistuneelle? Millaista todellista osaamista työnantajat haluavat ja mitä he tarvitsevat? Kuinka suuren eron perustaitojen osaamisen ja ammatillisuuden välillä työnantajat ovat juuri valmistuneelta asentajalta häntä työhön ottaessaan valmiit hyväksymään? Onko työuraansa aloittelevan työntekijän palkkaava työnantaja ylipäättään tietoinen ja varautunut kasvattajan rooliinsa?

Koulutuksen pitää osaltaan vastata näihin haasteisiin. Oppimisen tavoitteena on riittävien valmiuksien saavuttaminen työelämään pääsemiseksi. Varsinainen työelämän ammattitaito on kuitenkin tarkoitus oppia käytännön työtehtävissä, koulutuksen antaessa oppimiseen riittävät peruslähtökohdat.

Mikrotietokonetekniikka on nykyään osana lähes jokaista elektroniikkalaitetta, joten elektroniikka-asentajan on hallittava kyseistä tekniikkaa työtehtäviin nähden riittävästi. Mikrotietokonepohjaisten sulautettujen järjestelmien toiminnan ymmärtämiseksi on hallittava laitteiden toimintaperiaatteita ja lisäksi niiden ohjaukseen käytettävän mikrotietokonetekniikan toimintaa, jotta huolto ja korjaus ovat mahdollisia.

Tietokonetekniikan merkitys yhteiskunnassa on kasvanut voimakkaasti viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Alkusysäyksenä tällä kiihtyvälle kasvulle oli mikroprosessorin markkinoille tulo 70-luvun alussa. Tekniikan kehitys on ollut erittäin nopeaa, mm. prosessoreiden nopeus ja muistin määrä kaksinkertaistuvat kahden vuoden aikavälein. Nykyiset kotikoneet ovat lähes yhtä tehokkaita kuin 20 vuoden takaiset supertietokoneet. Myös sulautettujen järjestelmien käytön kasvu on ollut erittäin nopeaa. Lähes kaikki elektroniikkalaitteet pitävät sisällään mikrokontrollerin tai useampia.

Tärkein kuitenkin helposti unohtuu: oppimisen näkökulma. Pelkät välineet tai saatavissa oleva tieto eivät riitä oppimiseen.



Nykyinen oppimiskäsitys pohjautuu ajatukseen konstruktiiivisesta tiedon käsityksestä, jossa yksittäisten tiedonsirpaleiden passiivisen vastaanottamisen sijasta oppija aktiivisesti rakentaa uusia ymmärrys- ja osaamiskokonaisuuksia aikaisempien pohjalle.[1] Ammatillisissa perusopinnoissa tämä tarkoittaa siirtymistä yksittäisten tiedonsirpaleitten opettamisesta kohti kokonaisuuksien oppimista.

”Muna vai kana” ongelmalta ei oppimisessa voitane välttyä. Opitaanko ensin uudet asiakokonaisuudet vai yksityiskohdat? Perinteisesti opetuksessa edetään yksityiskohtien kautta kokonaisuuksiin. Tiedämme kuitenkin omasta kokemuksestamme, että kiinnostavan kokonaisuuksien osittainen hallinta motivoi asiaan liittyvien yksityiskohtien opettelemiseen. Miksei opetuksessakin voi edetä kokonaisuuksista yksityiskohtiin.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tässä työssä testattiin käytännössä ammattiaineiden integrointia opetusmenetelmänä mikrotietokonetekniikan, ohjelmoinnin ja käytännön elektroniikan motivoivaan kokonaisvaltaiseen oppimiseen.

Taustatavoitteena oli opettajan jaksamisen tukeminen työmotivaatiota ja työmielekkyyttä lisäämällä.

Taustaselvityksenä tehtiin kysely Suomen ammatillisten oppilaitosten sähköalan opettajille. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää eri oppilaitoksissa käytettävät tietokonetekniikan opetuspaketit, opintojen integrointiaste muihin sähköalan opintoihin ja näin saavutettuja oppimistuloksia.

## 1.3 Työn rajaus

Opetuskokeilu tehtiin sähköalan perustutkinnon elektroniikan ja tietoliikenteen koulutusohjelman tietokonetekniikan suuntautumislinjan ryhmällä yhdessä oppilaitoksessa. Automaatiotekniikan ja kunnossapidon sekä sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelmat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimuksen tulosten oletetaan olevan kuitenkin siirrettävissä muihin sähköalan perustutkinnon koulutusohjelmiin ja suuntautumisvaihtoehtoihin niiden samankaltaisuuksien vuoksi.

Oppilaitoskohtaisten opetussuunnitelmien suunnittelu ja tuntisuunnitelmat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, kuten kokeilun vaikutus opettajien työviihtyvyyteen tai työmotivaatioon. Esiteltäviksi opintojaksojen opetussuunnitelmiksi ovat rajattu oppimiskokeilussa mukana olleet jaksot.

Oppilasryhmien oppimistuloksia ei vertailtu toisiinsa koska oppilasaineksen heterogeenisyys vaikuttaa todennäköisesti enemmän oppimistuloksiin kuin opetusmenetelmät.

Tämän työn ulkopuolelle rajattiin opetusryhmien erityistä tukea tarvitsevien opiskelijoiden erityisopetus. Heille laadittiin henkilökohtaiset opetussuunnitelmat (HOJKS) kullekin omien erityisvaatimustensa mukaisesti.

#### 1.4 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Työn tavoitteet on muotoiltu seuraaviksi tutkimuskysymyksiksi. Ennen tutkimusta ja tulosten analysointia on tutkimuskysymykselle laadittu oletettu tutkimushypoteesi.

Tutkimuskysymys 1:

Kuinka toteuttaa mikrotietokonetekniikan opetus ammatillisen nuorisosaasteen sähköalanperustutkintoon johtavassa koulutuksessa nykyisen valtakunnallisen opetussuunnitelmanperusteiden mukaisesti, niin että opiskelijat motivoituvat opiskelemaan ja oppivat riittävästi?

Tutkimuskysymys 2:

Saavutetaanko ammatillisten aineiden opetusta integroimalla parempi oppimismotivaatio ja oppimistulos, kuin perinteisillä menetelmillä?

Hypoteesi:

Ammatillisten kokonaisuuksien käytännönläheinen opiskelu motivoi opiskelijoita enemmän ja aikaansaa parempia oppimistuloksia, kuin askel askeleelta etenevä ohjattu teoria ja harjoitukset -opiskelu.

#### 1.5 Työn sisältö

Työ koostuu kirjallisesta osuudesta, sähköalan ammatillisille opettajille tehdystä kyselytutkimuksesta ja käytännön oppimiskokonaisuuden kokeilusta toisen asteen ammatillisessa oppilaitoksessa Nastopoli-instituutissa Nastolassa. [Kuva 1]

Kappaleessa 2 esitellään tutkimuskontekstia, ammatillista koulutusta. Opettamisen suunnittelun taustaksi on katsaus tämän hetkiseen oppimiskäsitykseen.

Kappaleessa 3 perehdytään tämän työn tekemisen aikana voimassa olleisiin sähköalan opetussuunnitelman perusteisiin [2] ja työn aiheeseen liittyvin osin niistä johdettuun oppilaitoskohtaiseen opetussuunnitelmaan Nastopoli-instituutissa [20].

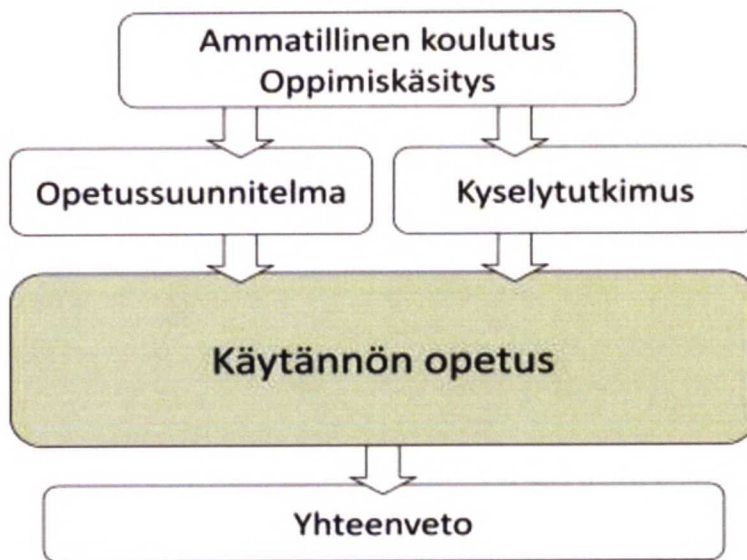
Kappaleessa 4 käsitellään Suomen ammatillisen nuorisokoulutuksen sähköalan opettajille tehtyä tietokonetekniikan opetuksen kyselytutkimusta ja sen tuloksia.

Kappaleessa 5 kerrotaan integroidun opetuksen toteutuksesta toisen asteen oppilaitoksessa. Kappaleessa esitellään opetustilat ja välineet. Opintojaksojen suunnittelun kautta edetään toteutettuihin opetusjärjestelyihin.

Kappaleessa 6 esitellään saavutettuja ryhmäkohtaisia oppimistuloksia ja arvioidaan tulosten luotettavuutta.

Kappaleessa 7 tehdään yhteenveto työn tuloksista ja esitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin, todetaan tutkimushypoteesin paikkansapitävyudet ja pitämättömyydet sekä esitetään muita johtopäätöksiä tutkimuksesta.

Viimeisessä kappaleessa pohditaan tutkimusta kokonaisuutena; mikä onnistui, minkä olisi voinut tehdä toisin. Tämän lisäksi arvioidaan tulosten luotettavuutta ja validiutta sekä esitetään joitakin jatkotutkimuksen aiheita.



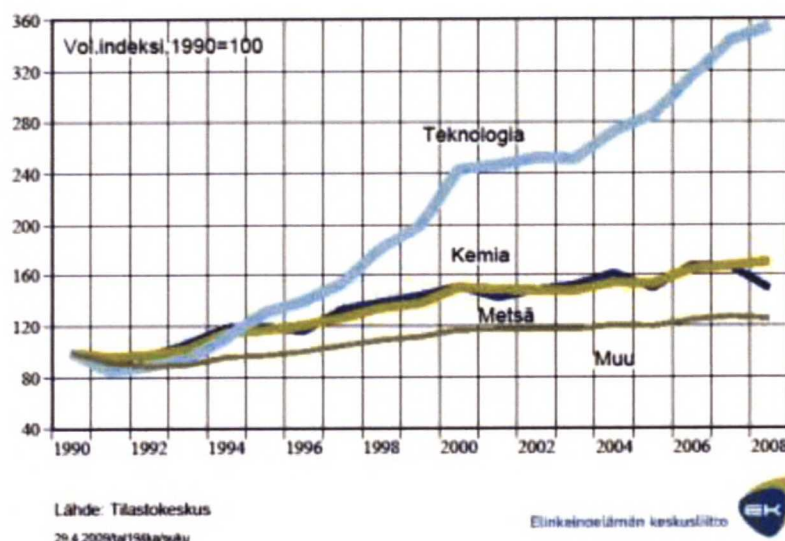
Kuva 1. Työn rakenne



## 2 Ammatillinen koulutus ja oppimiskäsitys

### 2.1 Ammatillinen koulutus

Ammatillinen koulutus on Suomessa toisen asteen koulutusta, jonka päätavoitteena on ammattikasvatus. Oppilaitokset ovat useimmiten kuntien, kuntaliittojen ja valtion omistamia. Mukaan mahtuu muutama suuryrityksen ylläpitämä yksityinen oppilaitos.



Kuva 2. Teollisuustuotannon kehitys Suomessa vuosina 1990 – 2008.[3]

Suomalaisen ammatillisen koulutuksen voidaan katsoa alkaneen viime vuosisadan puolessa välissä:

- sunnuntaikoulut 1833 – 1885
- käsityöläiskoulut 1885
- ammattikoulu 1899.

Ensimmäinen ammattikoulua koskeva asetus annettiin vuonna 1920 ja ensimmäinen laki vuonna 1939. Ammattikoululaitos alkoi kehittyä voimallisesti 1950- ja 1960-luvulla. 1970-luvulla siirryttiin yhtenäiskoulujärjestelmään ja 80-luvulla toteutettiin keskiasteen uudistus. Vuonna 1995 keskiaste muuttui toisen asteen koulutukseksi. [4] Tämän hetken kehityskohteina voidaan pitää työssäoppimisen ja näyttöihin perustuvan osaamisen arvioinnin lisäämistä.

Kehitystä voi kuvata siirtymisenä oppipoika-kisälli-järjestelmästä työkoulun ja ammattikoulun kautta tulevaisuuden toisen asteen oppimiskeskuksiin, joissa oppiminen on integroitu työelämään.

Kehittyvä työelämä vaatii entistä enemmän ammatillisia valmiuksia [Kuva 2]. Kouluttamisen pitäisi siis tehostua ja tarjota enemmän mahdollisuuksia täydennyskouluttautumiseen. Tämä vaatii ammatillisen koulutuksen voimallista



kehittämistä ja opetuksen uudelleen järjestämistä. Lukion yliarvostus on johtanut ns. ylioppilassumaan, kasvavaan ylioppilasryhmään vailla jatkokoulutuspaikkaa ja ammattitaitoa. Ammattikoulutuksen arvostusta on pyritty nostamaan ja sen avaamia jatkokoulutusmahdollisuuksia lisäämään, jotta ammattikoulutus näyttäisi useammista nuorista todelliselta vaihtoehdolta lukion rinnalla. Näyttää siltä että tavoitteisiin on päästy. Ammatillisiin opintoihin hakeutuvien osuus ikäluokasta kasvaa vuosi vuodelta.

Ammattioppilaitoksissakin voi suorittaa ylioppilastutkinnon, joka mahdollistaa korkeakouluopinnot. Ammattikorkeakoulut mahdollistavat ammattitutkinnon suorittaneille alemman korkeakoulututkinnon. Lukion päätavoitteena on edelleen korkeakoulukelpoisuus.

Ammatillisen koulutuksen yhtenä tavoitteena on, että oppijat voivat suunnata opiskeluaan haluamiinsa aihealueisiin. Yhtenä merkittävänä tavoitteena on suomalaisen tutkintojärjestelmän yhdenmukaistaminen eurooppalaisen käytännön kanssa.

### 2.1.1 Ammattikasvatus

Ammattikasvatus voidaan rajata tarkoittamaan suppeasti henkilön kasvattamista tai kouluttamista ammattiin, mutta laaja-alaisesti se käsittää koko ammattikoulutusjärjestelmän, oppilaitokset ja pedagogiset ratkaisut [5]. Tavoitteena on ihmisen sosiaalistaminen ja valmiuksien luominen työelämää varten. Kasvatuksellisia näkökohtia ei sovi unohtaa.

Sosiaalisten taitojen osuus työelämässä kasvaa merkittävästi, siksi palveluhenkisyys on panostettava myös tekniikan aloilla. Elämönhallintataitojen noustessa tärkeiksi on yksilön omattava itseluottamusta, joustavuutta, uteliaisuutta ja rohkeutta nopeasti kehittyvässä ja muuttuvassa yhteiskunnassa. Koulutuksessa näiden edellä mainitut seikkojen tukeminen on toteutettava entistä paremmin.

### 2.1.2 Ammattitaito ja sen muutos

Työelämässä on tapahtunut voimakkaita muutoksia viime vuosikymmeninä. Työntekijöiden tehtävät ovat monipuolistuneet ja osaamisen vaatimustaso noussut. Uusi teknologia on ollut osasyynä tähän. Joustavuus, uusiutumiskyky, ryhmätyötaidot, monitaitoisuus ja kyky itsenäiseen työskentelyyn ovat nykyajan työpaikan vaatimuksia. Ammattikoulutuksen tulisi antaa riittävät perusvalmiudet yhteiskuntaa ja työelämää varten. Tärkeitä eivät ole yksittäiset tiedot vaan ammattialaan liittyvät kokonaisuudet, ammattialojen uutta laaja-alaisuutta unohtamatta.

Ammattitaito koostuu useista eri elementeistä. Perusajatuksena voidaan pitää jakoa työn henkiseen ja fyysiseen alueeseen. Toinen näkökulma on jako käsittelytaitoon ja tekniseen taitoon. Suoritustason työntekijän ammattitaitovaatimus sisältää enemmän käsittelytaitoa.[4] Monet suoritustason työntekijät tietävät ja hallitsevat paremmin omat tehtävänsä kuin heidän esimiehensä, joiden tehtäväkuva on yhä enemmän painottunut organisointiin ja suunnitteluun. Työntekijän tehtäväkuva on muuttunut monipuolisempaan suuntaan käsittämään laajempia ja vastuullisempia kokonaisuuksia.

Ammattioppilaitoksista valmistuneet näyttävät tarvitsevan enemmän sosiaalisia ja tietopuolisia taitoja kuin ennen ja samalla motoristen taitojen suhteellinen osuus on vähentynyt. Mutta onko absoluuttinen motorisen osaamisen tarve vähentynyt? Päinvastoin, monipuoliset tehtävät vaativat enemmän osaamista myös motorisesti.

### 2.1.3 Ammattioppilaitos organisaationa

Ideaalitavoitteena on ammattioppilaitoksen organisaation kehittäminen oppimisen kannalta entistä paremmaksi ympäristöltään ja ilmapiiriltään. Oppijan näkökulman on vaikutettava oppimiskokonaisuuksien ja tapahtumien suunnitteluun. Opettajakeskeisestä ja -johtoisesta oppimisesta tulee siirtyä kohti oppijakeskeistä. On erityisen tärkeää muistaa organisaatiossa tehtävä ja tavoite, ammatin oppiminen. Erilaiset laadunhallintajärjestelmät ja jatkuva kehittäminen ovat toiminnan peruskiviä.[4]

Tavoitteellinen toiminta edellyttää suunnittelua, jota opetussuunnitelma edustaa oppilaitosympäristössä. On saatava aikaan uusi toimiva opetussuunnitelma, jonka avulla ponnistetaan eteenpäin. On löydettävä joustavuutta ja valmiutta kehittää opetussuunnitelmaa jatkuvasti tarpeiden mukaan. Aiempien virheiden toistamista on varottava. Monet uudistukset ovat jääneet muodollisiksi paperiuudistuksiksi, jotka eivät ole vaikuttaneet oppilaitoksien käytännön työskentelyyn.

### 2.1.4 Ammatillisen oppilaitoksen opiskelijat

Ammattioppilaitosten opiskelijat ovat enimmäkseen 16–19-vuotiaita nuoria. Mukaan mahtuvat muutamat ylioppilaskiintiöissä opiskelevat paria vuotta vanhemmat opiskelijat (19–25-vuotiaat) sekä harvalukuinen aikuisopiskelijoiden joukko.

Varsinkin teoreettisissa opinnoissa ammatillisten opiskelijoiden aikaisempi koulumenestys on usein vaatimattomampaa kuin lukion valinneiden ikätovereidensa. Monesti keskittymiskyky ja pitkäjännittäisyys ovat ammatillisen puolen opiskelijalla huonommat kuin lukiokollegallaan. Osaltaan ikä muodostaa samansuuntaisia ongelmia. Kaikki muut uudet asiat kiinnostavat enemmän kuin opiskelu. Ammatti ja siihen liittyvät opiskeltavat asiat tuntuvat vierailta ja kaukaisilta. Niitä on vaikea liittää omaan jokapäiväiseen todellisuuteen. Mikä olikaan kognitiivisen oppimisen peruslähtökohtia? Liittää uusi tieto oppijan aikaisempiin tietorakenteisiin.[4]

Toisaalta nuoret ovat avoimia kaikelle uudelle. He saattavat ennakkoluulottomasti käydä käsiksi vieraaseen ja outoon aiheeseen pelkäämättä leimautumista huonoiksi tai aloittelijoiksi. Ammatillisten opiskelijoiden joukossa on oman alansa löytäneitä, hyvin aikaisemminkin opinnoissaan menestyneitä opiskelijoita. Heitä ei sovi unohtaa, mutta heidän opiskelunsa edistyy opetuksesta huolimatta.

Oppijoiden motivaation luominen ja ylläpitäminen on suurimpia haasteita toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa. Vaikka koulutus on näennäisesti vapaaehtoista, on se käytännössä monelle nuorelle pakollista eri syistä. Pitkällinen koulunkäynti (peruskoulu) on monen kohdalla aiheuttanut kouluväsymystä. Myös epävarmuus



tulevaisuudesta ja oman ammatinvalinnan vaikeus tuovat opiskelijoille motivaatio-ongelmia.

Ammatillisen koulutuksen kuva kädentaidon kouluttajana on luonut monelle oppijalle käsityksen tietopuolisen opetuksen puuttumisesta. Tämän kuvan tuoma negatiivinen asenne teoriaopintoihin tuottaa vaikeuksia varsinkin sähköalalla, jossa teoreettinen osaaminen on tärkeä pohja monelle käytännön työlle.

On muistettava nuorten kehittyminen ja kasvatustehtävän tärkeys. Ammatillinen koulutus on ammatillisten taitojen luomisen lisäksi sosiaalistavaa ja elämään kasvattavaa. Oppimistaitojen kehittäminen on vähintään yhtä tärkeää kuin oppiminen sinänsä. Ryhmähengen ja motivaatioperustan luominen ovat ensiarvoisen tärkeitä opiskelujen onnistumisen kannalta. Tavoitteiden säilyttäminen riittävän haastavina, mutta kuitenkin kohtuullisina on tärkeä taito ryhmän opettajalle.

Luotaessa kuvaa ammattioppilaitoksen opiskelijasta on muistettava, että vesilaitoksen jakelujärjestelmän korjannut putkimies, herkut juhliin valmistanut leipuri ja hiukset viimeistellyt kampaaja yms. olivat aikanaan ammattioppilaitoksessa opiskelleita hulivilejä.

### 2.1.5 Ammatillisen oppilaitoksen opettajat

Ammattikasvatuksen voi jakaa kahteen osioon, ammattiin sosiaalistamiseen ja oppijan persoonallisuuden kehittämiseen [4]. Opettajan ammattitaitovaatimuksiin nämä heijastuvat kolmena pääkohtana, jotka ovat ammattialakohtainen ammattitaito, yleinen pedagogiikka ja ammattipedagogiikka. Opettaja kokee helposti pääpainoksi ammatillisen puolen ja unohtaa kasvatuksen ja henkisen kehittämisen tärkeyden. Hän ei ehkä tunnista oppilaitaan kasvaviksi nuoriksi vaan mieltää heidät aikuisiksi. Ammatissa edetessään opettaja kuitenkin vähitellen tiedostaa kasvatustehtävän tärkeyden.

Opettajan tulisi tietoisesti pyrkiä kehittämään omaa lähestymistapaansa opettamiseen ja oppilaisiin, tiedostaa omat puutteensa ja vahvat puolensa. Opettajaksi oppimisen tulee olla jatkuva prosessi myös opettajakoulutuksen jälkeen. Opettajan tulee itse olla vahva ja kokonainen persoona, joskaan täydellinen hänenkään ei tarvitse olla. Oppilaiden arvostuksen saavuttaakseen hänen on oltava rehellinen ja aito sekä pyrittävä itsekin ohjaamaansa suuntaan.

Opettajan ammatillinen kehittyminen on jaettavissa kolmeen osa-alueeseen: yksilöllisyys, asiantuntijuus ja sosiaalistuminen ammattiyhteisöön. Yksilöllisyys sisältää hyvän opettajan erityispiirteet ja metakognitiiviset taidot. Asiantuntijuuteen kuuluvat opetustaito ja luokan sekä opittavan aiheen hallinta. Sosiaalistuminen ammattiyhteisöön yhdistää opettajan kasvuprosessin ja ammatti-identiteetin toisiinsa.

Opettajan ammatinkuvaa voidaan tarkastella muistakin lähtökohdista, kuten jako pedagogiseen, ammatilliseen, hallinnolliseen tai taloudelliseen osioihin osoittaa. Työ jakautuu silloin kasvatustyöhön, ammatin opettamiseen, ammatilliseen osaamiseen ja

kehittymiseen, yhteistyöhön muun henkilökunnan kanssa sekä kaluston hankintaan ja ylläpitoon.

## 2.2 Oppimiskäsitys

Todellinen oppiminen on hidasta. Asian syvälliseen omaksumiseen saattaa kulua viikkoja tai jopa vuosia. Liiallisilla vaatimuksilla tuhotaan helposti oppijan opiskelumotivaatio.

Käytettävät opetusmenetelmät, oppimismallit ja oppimistavoitteet tulisi kertoa oppijalle. Uuden oppimismenetelmän käyttöönottokokeilu on monesti tyrehtynyt opiskelijoiden nuivaan vastaanottoon opettajan innostuksesta huolimatta. Opettaja on todennäköisesti unohtanut kertoa oppijoille käyttöön ottamastaan uudesta menetelmästä.

Jokaisella ihmisellä on henkilökohtainen maailmankuvansa, jonka avulla hän hahmottaa ja käsittelee ympäristöään. Tämä maailmankuva kehittyy koko ajan iän karttuessa. Opettajan on tärkeä ymmärtää ihmisten erilainen maailmankuva, jotta hän pystyisi auttamaan uusien asioiden oppimisessa.



Kuva 3. Opettajan ja oppijan roolit Lenzeniä mukaillen [6]

Ihmiselle on tärkeää ympäröivän maailman ja siihen sijoitettavien uusien asioiden mielekkyys. Todellinen syväoppiminen on mahdollista ainoastaan ihmisen kokiessa oppimisen mielekkääksi. Oppimiskäsityksessä onkin syytä siirtyä vanhasta yksittäisistä tiedoista koostuvasta sirpaletiedon oppimisesta uuteen ajatteluun, jossa tärkeitä ovat asiakokonaisuudet, tietotulvan hallinta ja jatkuvan oppimisen periaate.

Oppimisen lähtökohtina voidaan pitää uuden asian tärkeyden arviointia, tehokasta itsearvioivaa oppimista ja jatkuvaa tiedon hankintaa. Tämän oppimismallin soveltamista opetustyöhön voidaan kuvata Suonperän mukaan Lenzenin mallilla [Kuva 3], jossa opettajan tehtävänä on opittavan asian muokkaaminen siten, että se sopii oppijan maailmankuvaan, arkitodellisuuteen ja aikaisemmin oppimiin asioihin. Tämä mahdollistaa opittavan asian liittäminen osaksi oppijan käsitysmaailmaa.[6]



### 2.2.1 Oppimisprosessi

Oppimisprosessin kehittymissuunta on passiivisesta oppimisesta kohti aktiivista oppimista. Kokonaisvaltaiset tietorakenteet valtaavat pirstoutuneen yksittäistiedon. Jätetään behaviorismi vähemmälle ja siirrytään kohti kognitiivista sekä humanistista oppimista. Humanistinen oppimismäkemys korostaa itseohjautuvaa oppimista opettajan toimiessa auttajana ja opastajana. Ihminen on nähtävä aktiivisena, kehittyvänä, koko elämän läpi oppivana olentona.

### 2.2.2 Kognitiivinen oppimismalli

Kognitiivisesta oppimismallista puhuttaessa Yrjö Engeströmin esittämä malli putkahtaa esille. Siinä aikaisempaan tietorakenteeseen liittämällä ja käytäntöön kokeilemalla opitaan uudet kokonaisuudet.[4]

Ajatuksen ytimenä on oppiminen kokonaisuutena, menetelmistä riippumattomana tapahtumana. Oppiminen kuvataan kolmiomaisena spiraalina, jossa opittava aines (kolmion yksi kärki) liitetään oppijan aikaisempiin tietorakenteisiin (kolmion toinen kärki) ja liitettyä kokeillaan käytännössä (kolmion kolmas kärki), tämän jälkeen kierrosta uusitaan ja oppimista syvennetään.

Opitun määrä ei ratkaise, vaan saavutettu todellinen, syvälinen oppiminen. Tärkeää on oppijan motivoituminen ja sitä kautta luotava orientaatioperusta. Yksinkertaistetut mallit opittavasta kokonaisuudesta ja todellisuuteen liittyvät esimerkit ja harjoitukset helpottavat tiedon omaksumista. Opettajan on selvitettävä hyvin oppijoiden todellisuus ja oppimisen eteneminen sekä sitouduttava opettamistehtävään ja opettamiinsa kokonaisuuksiin.[4]

Tavoitellaan määrällisesti vähemmän, mutta syvällisempää oppia. Pyrkimyksenä on arkitiedon muokkaaminen kohti teoreettista tietoa. Samalla pyritään pintatason oppimisesta syvätasoon. Menetelmällä ei ole sinänsä väliä, vaan tärkeää on oppimiselle suotuista ilmapiiri: oppimisen ohjaajan on oltava aidosti kiinnostunut oppijan oppimisesta ja etenemisestä, jotta oppija lähtisi tehokkaimmin mukaan oppimistilanteeseen. Oppimisen tavoitteena on ymmärtäminen, uuden liittäminen vanhaan sekä kokonaisuuksien hahmottaminen ja hallinta. Arkitietoa syventämällä teoreettisella tiedolla voidaan edetä kohti korkeatasoista käyttötietoa.

Oppimisessa on tärkeää oppijan oma prosessointi, jossa todellista osaamista ja taitoa saadaan omakohtaisen ymmärtämisen kautta. Näin muodostuu oppimismäkemys, jossa ihminen ajatellaan kokonaisuutena, yksilönä, jolla on oma ainutkertainen tapansa havainnoida ja tulkita ympäristöään, josta riippuu hänen tiedon ja ymmärtämisen valikointi.[6] Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kognitiivinen lähestymistapa tai jokin muu oppimiskäsitys olisi ainoa oikea, vaan tapoja on monia. Mm. ehdollistaminen ja mallioppiminen ovat käyttökelpoisia silloin tällöin käytettyinä..

Kognitiivinen oppimisprosessi alkaa tiedollisen tai taidollisen ristiriidan, ongelman heräämisellä oppijassa. Opettajan pyrkimyksenä on tämän tilanteen aikaansaaminen.

Oppija alkaa työstää ongelmaa ja hän pyrkii aikaansaamaan riittävän tietorakenteen asiasta ymmärtääkseen sen. Tavoitteena on uuden asiakokonaisuuden liittäminen oppijan sisäisiin malleihin. Mallia testataan käytännön tilanteissa ja tämän jälkeen arvioidaan aikaansaannosta. Oman oppimiskyvyn, oppimistason ja suorituksen arviointi sekä tiedostaminen ovat tärkeitä vaiheita oppimisessa. Opettajan tehtävä on luotsata oppijaa eteenpäin mm. kyselemällä ja keskustelemalla. Oppimista syvennetään alkamalla kierros yhä uudelleen ongelman asettelulla.

### 2.2.3 Konstruktivismi

Konstruktiiivinen oppimismalli on lähtöisin kognitiivisesta perusajatuksesta, mutta edelleen kehitettynä painottaa yksilön oman toiminnan merkitystä. Oppiminen ei ole passiivista informaation vastaanottamista, vaan aktiivista tietojen ja taitojen konstruointia [1]. Oppimisen tavoitteena on formaalin ajattelun kehittyminen, eikä niinkään yksittäiset faktat ja taidot. Opettaminen menetelmiseen ei voi kuin välillisesti vaikuttaa oppimistuloksiin, koska oppimistapahtuma on oppijan oma aktiivinen prosessi.[7]

Jokaisella ihmisellä on oma strategiansa oppia asioita. Strategiaansa voi kehittää ja opetella itselleen uusia menetelmiä. Oppijan olisi hyvä tietää oma oppimistapansa, jotta voisi kehittyä mahdollisimman tehokkaasti. [6] Opettajan taas on syytä tiedostaa erilaiset oppimistyyliä ja opetella tunnistamaan niitä oppilaissaan sekä käyttämään niitä oppimistilanteissa hyväkseen laatimalla mahdollisuuksien mukaan kunkin oppimisstrategian mukaisia ja niitä kehittäviä oppimistehtäviä. Oppijan saaminen tietoiseksi omasta suuntautumistavastaan auttaa häntä minäkuvansa syventämisessä. Tavoitteena on muuttaa oppijoita kohti itsenäistä ja oma-aloitteista tehtävästä selviytyjää.

Taidot koostuvat eri osa-alueista, jotka painottuvat kuitenkin eri lailla samoissakin taidoissa eri ihmisillä. Tarkkaa aluejakoa ei voida tehdä. Taidon voi ajatella muodostuvan kyvystä jakaa tehtävä osasuorituksiin, joiden avulla edetään kohti koko tehtävän valmistumista. Osasuorituksiin jako taas edellyttää aina jonkin asteista teoreettista mallia tehtävästä.

Jotta oppimisessa onnistutaan, olisi opettajankin oltava tehtävänsä tasalla. Oppijan kannalta oleelliset tiedon tai taidon puutteet olisi tunnistettava ja korjattava mm. eläytymällä oppilaan asemaan hänen toimintaansa seurattaessa, eli kognitiivisen empatian taito on tarpeellinen. Opettajan tulisi omata ”kaikki kysymykset ovat sallittuja” -asenne.

### 2.2.4 Kumulatiivinen ja strukturaalinen oppiminen

Kumulatiivisessa mallissa painotetaan aikaisemman tiedon ja sen organisoitumistavan merkitystä uuden oppimiselle. Tiedon määrän muuttumisen sijasta oppiminen on kognitiivisten rakenteiden kehittymistä. Rakenteet täydentyvät tai rakentuvat jopa kokonaan uudelleen.[1] Vanha ”väärän” mallin poisoppiminen on työlästä ja hidasta. Aikaisempien konstruktoiden merkitys uuden oppimisen kannalta korostuu entisestään.



### 2.2.5 Sosiokonstruktivismi

Sosiokonstruktivismi korostaa ryhmän merkitystä oppimisessa. Kognitiivinen ja konstruktiivinen oppimiskäsitys käsittelevät oppimista yksilön kannalta. Sosiokonstruktivismissa taas korostuu oppimisen vuorovaikutuksellinen luonne. Vuorovaikutus kohdistuu samaan kohteeseen ja tavoitteena on jaetun ymmärtämisen aikaansaaminen.[7]

### 2.2.6 Itseohjautuvuuteen perustuva oppiminen

Itseohjautuvuuden lähtökohtia ovat opiskelijan harjaannuttaminen itsenäisiin työmenetelmiin, tiedonhankintaan, ongelmankeksisyyteen, projektiluontoisuuteen sekä opittavan kytkemiseen ammatilliseen kehitykseen, opitun soveltamiseen ja laaja-alaiseen ammatinsa hallitsemiseen. Itseohjautuvuus voidaan nähdä keinona säästää niukkoja taloudellisia resursseja siirtämällä ihmisille enemmän henkilökohtaista vastuuta elämästään.[8]

Itseohjautuvan oppijan tunnusmerkkejä ovat vastuullisuus, itsensä hyväksyminen oppijana, suunnitelmallisuus, sisäinen motivaatio ja arviointi, avoimuus uusille kokemuksille, joustavuus ja itsenäisyys, yhteistyökykyä ja yleensä kykyä toimia ryhmän jäsenenä unohtamatta. Itseohjautuvuus ei ole mustavalkoinen ominaisuus, vaan se vaihtelee henkilön ja tilanteen mukaan, jopa ääripäästä toiseen.

Itseohjautuvuuden puute juontaa juurensa pitkäaikaisesta altistumisesta ohjatulle oppimiselle. Tämän takia on aluksi syytä panostaa oppijan totuttamiseen itseohjautuvaksi. Yksi keino tähän on suoda oppijalle mahdollisuus pohtivaan ja kiireettömään työskentelyyn opettajan tukemana. Itseohjautuvuuteen pyrkiminen on nykyisen psykologian tuntemuksen mukaan luontaista kaikille ihmisille, mutta se saattaa olla tukahdutettu ulkoisilla puitteilla tyypillisimmin aikaisemman koulutuksen yhteydessä. Minäkäsitykseltään vahvat oppijat ovat todennäköisesti kykenevämpiä ohjaamaan omaa oppimistaan.

Itseohjautuvuus on vastakohta behaviorismille ja pitkien behaviorististen perinteiden vuoksi nykyisessä koulumaailmassa löytyy määräyksiä ja asenteita, jotka vastustavat tai hankaloittavat itseohjautuvan oppimisen toteuttamista.

Kaikki eivät ole riittävän itseohjautuvia, joten tarvitaan heille soveltuvaa enemmän ohjaavaa opetusta. Opiskelijoiden valmiudet omatoimiseen opiskeluun on selvitettävä. Heille on kerrottava tavoitteet ja menetelmät selkeästi ja heille on tarvittaessa opetettava omatoimisen opiskelun taidot. Oppimistehtävät on suhteutettava heidän oppimistaitojensa mukaan eikä ainoastaan opittavan asian ja lähtötietojen perusteella. Edelleen tarvitaan jämäkkää kontaktiopetusta ja opettajia suunnittelemaan ja ohjaamaan oppimista. Tarvitaan tutorointia ja oppimateriaalin valmistelua.

Perinteinen ainekohtainen opetussuunnitelma ei enää kelpaa, vaan on pyrittävä kohti laajempia kokonaisuuksia sisältäviä aiheita. Yksi mahdollisuus on lähteä liikkeelle ammattikohtaisesta työtodellisuudesta. Koulutus ei aikarajoituksineen voi kattaa

kaikkea ammatissa tarvittavaa. Pitäisi löytää optimitilanteita oppimisen kannalta. Erilaiset projektit, seminaarityöt, tutkielmat, ongelmanratkaisutyöt ja muut vastaavat oppijan omatoimiset työt ohjaavat itsenäiseen opiskeluun ja itseohjautuvuuteen.

### 2.2.7 Opetuksen integraatio

Integrointi opetuksessa tarkoittaa eri oppiaineiden yhteisten sisältöjen ja tavoitteiden etsimistä ja toteuttamista opetuksellisesti [9]. Integraatio voidaan toteuttaa suppeasti vain koulutukseen liittyvänä tai laajasti muukin ympäröivä elämä ja yhteiskunta huomioiden [10].

Suurin osa oppijoista oppii parhaiten kokonaisvaltaisesti, holistisesti. Heille ei helposti synny mieleenpainuvia jäsenneltyjä kokonaisuuksia sirpaletiedosta. Kun taas mielekkäät kokonaisuudet motivoivat heitä oppimaan ja hakemaan yksityiskohtaista tietoa aiheesta. Integrointi voi auttaa opettajaa ja oppijaa luovimaan nykyisessä informaatiotulvassa, löytämällä tiedolle isompaan kokonaisuuteen kuuluvan merkityksen. Samalla voidaan välttää oppiaineiden sisältöjen päällekkäisyyttä. [9]

Integrointi helpottaa osaltaan opetussuunnitelmatyötä, koska opetussuunnitelma voidaan rakentaa useampaa oppiainetta yhdistävien peruskäsitteiden varaan [10]. Integroinnin hyötynä voidaan nähdä opiskelijoiden yksittäisiin oppiaineisiin kohdistamien negatiivisten asenteiden purkaminen. Integroinnin avulla turhalta ja ikävystyttävältä tuntuva oppiaine näyttäytyy osana laajaa ja motivoivaa kokonaisuutta ja näin sille löytyy merkitys. [9]

Eri oppiaineiden integrointi tuo mukanaan perinteisestä yksin puurtamisesta poikkeavia työtapoja opettajille. Eri oppiaineiden edustajien on yhdistettävä voimansa ja asiantuntemuksensa tiimityöskentelynä oppiaineiden integroimiseksi. Samalla opitaan tiimityötaitoja ja ammatillisia taitoja muilta tiimin jäseniltä. [10] Tämä tuo mukanaan uusia näkökulmia ja opetus monipuolistuu. [9]

Integrointia on pohdittava myös kriittisesti. Onko opettajalla riittävän syvälinen opetettavien sisältöjen tuntemus ja käytännön osaaminen? [16] Pystytäänkö tarjoamaan syvällisiä oppimiskokemuksia vai jääkö oppiminen pelkäksi tekemiseksi ilman kytköksiä käsitteisiin ja teorioihin? Pitääkö tärkeimmät asiat opettaa erikseen ja vasta sitten siirtyä kohti integrointia? Integroidusta oppimiskokonaisuudesta saattaa olla vaikea arvioida oppijan osaamista relevantisti ja objektiivisesti. Integroitu harjoitus saattaa olla liian staattinen ja nykytilanteeseen sidottu, eikä vastaa muuttuvan työelämän tarpeisiin. [10]

Ammattikasvatuksen tavoite voidaan ammattialasta riippumatta kuvata integraatiolähtöisesti: ”ammatilliseksi valmiudeksi siirtyä lapsuuden maailmasta työelämään ja itsenäiseen vastuunottoon elämästä”. Täydellistä integrointia ei ole syytä tavoitella, vaan kyseessä on yksi opetusmenetelmä muiden joukossa. [9]



### 2.2.8 Tekemällä oppiminen

Tekemällä oppiminen on vanhimpia tapoja siirtää osaamista seuraaville sukupolville. Tunnetuin sovellus oli keskiaikainen kiltajärjestelmä, jonka valta-aikakausi päättyi teollistumiseen 1800-luvulla. Killat olivat järjestäytyneet kolmiasteisesti oppipoikiin, kisälleihin ja mestareihin.[11]

Työn kautta tapahtuvalle tekemällä oppimiselle on muitakin termejä kuten esimerkiksi työperusteinen oppiminen, työstä oppiminen, työpaikalla oppiminen, tehtäväoppiminen, [12] experiential education, learning by doing ja hands-on learning [13],[14].

Tekemällä oppiminen perustuu pragmaattiseen konstruktivismiin, jonka taustalla on useita kasvatusteorioita mm. John Dewey, jonka kasvatuksellinen ajattelun perustassa ihminen on aktiivinen ja utelias toimija. Pragmaattisen konstruktivismin taustalla on kognitiivinen oppimismalli. [15]

Tekemällä oppimisen voidaan nähdä muodostuvan monitasoisesti useanlaisista oppimismuodoista, oppimisen seurauksista ja oppijan kokemista tunteista [43]. Tekemällä oppiminen on ongelmien ratkaisemista, uusien kokemusten ja käytöstottumusten avulla. Oppiminen tapahtuu konkreettisissa elämäntilanteissa joista saadun kokemuksen ja tiedon avulla voidaan ratkoa ongelmia uusien tulosten saavuttamiseksi. [13],[14] Oppimisen kannalta on tärkeää, että uudet opittavat taidot ja tiedot liittyvät opiskelijan aikaisempiin tärkeisiin ja mielekkäisiin tilanteisiin.

Nyky-yhteiskunnassa oppimisen eri muodoista on tullut osa työtä ja näin tärkeä osa ammattitaitoa. Oppiminen on uusi työn tekemisen muoto. Teoria, käytäntö ja oppiminen ovat kiinteä osa käytännön työelämää.[15] Käytännön työssä asian omaksumisesta ja hyödyntämisestä syntyy tapahtumaketju, jossa on mukana myös kasvatusta, tukea, neuvontaa, valmennusta ja tilannearviointia.[11]

### 3 Mikrotietokonetekniikan opetussuunnitelma

#### 3.1 Opetussuunnitelma

Opetussuunnitelma määrittelee opintojen sisällön ja opitun arvioinnin sekä toimii opettajien ja oppilaiden työkaluna opiskelun edetessä. Tutkintokohtaisten valtakunnallisten opintosuunnitelmien perusteiden keskeinen tavoite on eri oppilaitoksissa valmistuvien opiskelijoiden tutkintojen yhteneväisyys. Nykyiset valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet antavat aiempaa väljemmät mahdollisuudet oppilaitoskohtaisen opetussuunnitelma laatimiseen ja sitä kautta oppiaineiden uusjakoon ja integroimiseen.

Opetussuunnitelmassa on siirrytty hallintokeskeisestä mallista oppilaitos- ja oppilaskeskeiseen malliin. Paitsi hallinnollisena asiakirjana opetussuunnitelmiksi voidaan lukea kaikki opetukseen liittyvät suunnitelmat ja myös ympäristön ja olosuhteiden seurauksena toteutuva oppiminen eli ns. piilo-opetussuunnitelma.

Nykyisen opetussuunnitelman yhtenä tavoitteena on lyhyiksi kursseiksi jakautuneen opetuksen integroiminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi, jotka paremmin vastaavat käytännön työelämän tehtäviä. Esimerkkinä mainittakoon matematiikan opiskelun integroiminen niihin ammattiaineisiin, joissa laskentataittoa sovelletaan, tekstinkäsittelykurssin integroiminen harjoitustöiden lomaan työraportin kirjoittamiseksi tai teknisen piirtämisen, CAD-kurssin ja perusmetallitöiden integroiminen kokonaisuudeksi, jossa opiskelijan omien piirustusten perusteella valmistetaan harjoitustyössä tarvittava laitekotelo.

Aikanaan ammatinopetuksen kehittyessä huomattiin tarpeelliseksi lisätä työnopetuksen rinnalle sitä tukevan teorian opetusta. Tämä auttoi opetustyön organisoinnissa, mutta to tullessaan eriytetty teorian ja työn opetuksen, sekä tiukan ainejaon. Pahimmillaan tämä on johtanut ammattiaineen jakautumiseen toisistaan täysin erillisiin teoria ja käytäntöosuuksiin, joita opettavat eri opettajat. Tämän seurauksena teoria ja käytäntö eivät aina enää kohtaa.

Työelämässä tehtävät ovat useimmiten kokonaisuuksia, joiden osaamisen taustalla on teorioiden ymmärtäminen ja käytännön osaaminen. Miksei opetustakin voitaisi integroida kohti käytännön kokonaisuuksia, joissa sekä teorian että käytännön osaamisen tarve tulevat esille. Integroinnin suunnittelu ja ideointi ovat työläitä ja jopa vaikeita, mutta työn onnistuminen palkitaan motivoituneilla opiskelijoilla, jotka nyt nopeasti hoitavat aikaisemmin kenties tarpeettomilta tuntuneet opinnot osana suurempaa kokonaisuutta.

#### 3.2 Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet

Opetushallitus määrittelee ammatillisten oppilaitosten opetussuunnitelmat julkaisemissaan koulutusaloakohtaisissa opetussuunnitelmien perusteissa, jotka määrittelevät valtakunnalliset puitteet opetukselle ja joiden perusteella suunnitellaan oppilaitoksen koulutusaloakohtaiset opetussuunnitelmat opettajien, alokohtaisen



työelämän ja oppilaiden yhteistyönä. Valtakunnallisten perusteiden tarkoituksena on varmistaa eri oppilaitoksissa annettavien tutkintojen tasavertaisuus ja – laatuisuus, sekä vertailtavuus EU:n tasolla [15].

Varsinaisten ammatillisten valmiuksien lisäksi koulutuksen tavoitteena on vahvistaa opiskelijan elämäntaitoja ja kehittää hänestä vastuuntuntoinen ja velvollisuuksistaan huolehtiva kansalainen ja työyhteisön jäsen. Näiden tavoitteiden edistämiseksi ammatillinen koulutus sisältää myös kaikilla aloilla tarvittavaa yleissivistäviä osioita, joista osa on omina opintokokonaisuuksinaan ja osa integroitu osaksi eri opintokokonaisuuksien sisältöjä. [2]

Tämän työn toteuttamisaikana oli voimassa opetushallituksen määräyksen 17.2.2000 Dnro 23/011/2000 mukainen sähköalan perustutkinnon perusteet [2]. Määräys kumottiin 1.8.2009 alkaen, jolloin astuivat voimaan uudet tutkintojen perusteet, joissa entinen sähköalan perustutkinto jaettiin kahteen osaan Tieto- ja tietoliikennetekniikan perustutkinnoksi [18] ja Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnoksi [19].

### 3.2.1 Sähköalan perustutkinnon rakenne

Työn toteuttamisaikana sähköalan perustutkinto jakautui valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden mukaan kolmeen vaihtoehtoiseen 120 opintoviikon koulutusohjelmaan:

- Automaatiotekniikan ja kunnossapidon koulutusohjelma,
- Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelma ja
- Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelma.

Koulutusohjelmat olivat sisällöiltään osittain samanlaiset mutta poikkesivat *eriytyvien ammatillisten* opintojen (45 ov) osalta kukin omaan suuntaansa ammattialanimikkeensä mukaisesti.

Kaikille sähköalan koulutusohjelmille samansisältöisiä opintoja olivat *yhteiset opinnot* 20 ov, ja tutkinnon yhteiset ammatilliset opinnot: *sähköalan perusosaaminen*-opintokokonaisuus 30 ov [opintokokonaisuus 1, Taulukko 1].

Kuhunkin sähköalan koulutusohjelmaan sisältyivät 45 ov eriytyviä ammatillisia opintoja, joista *teollisen rakentamisen perussähkötyöt ja tuotannon sähköiset perusohjaukset* -opintokokonaisuudet (opintokokonaisuus 2) olivat yhteiset sekä automaatiotekniikan ja kunnossapidon, että sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelmille. [Taulukko 1]

Automaatiotekniikan ja kunnossapidon koulutusohjelma voitiin toteuttaa oppilaitoskohtaisesti joko kappaletavara-automaatio 20 ov tai prosessiautomaatio 20 ov -suuntautumisvaihtoehdoilla (opintokokonaisuudet 3 tai 4). [Taulukko 1]



Taulukko 1. Sähköalan perustutkinnon muodostuminen [2]

SÄHKÖALAN PERUSTUTKINTO, ASENTAJA		120 OV
YHTEISET OPINNOT		20 OV
Pakolliset opintokokonaisuudet 1–8	16 ov	
Valinnaiset opintokokonaisuudet 1–15	4 ov	
AMMATILLISET OPINNOT		90 OV
Opintoihin sisältyy työssäoppimista vähintään 20 ov		
TUTKINNON YHTEISET AMMATILLISET OPINNOT		30 OV
Opintokokonaisuus 1	30 ov	
KOULUTUSOHJELMITTAIN ERIYTYVÄT AMMATILLISET OPINNOT		45 OV
AUTOMAATIOTEKNIIKAN JA KUNNOSSAPIDON KOULUTUSOHJELMA		
Opintokokonaisuudet 2 ja 3 tai 2 ja 4	45 ov	
ELEKTRONIIKAN JA TIETOLIIKENNETEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA		
Opintokokonaisuudet 5 ja 6 tai 5 ja 7 tai 5 ja 8	45 ov	
SÄHKÖ- JA ENERGIA TEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA		
Opintokokonaisuudet 2 ja 9	45 ov	
VALINNAISET OPINNOT		15 OV
Opintokokonaisuus 10–26		
VAPAASTI VALITTAVAT OPINNOT		10 OV

Opintoihin sisältyy opinto-ohjausta vähintään 1,5 ov ja vähintään 2 ov:n laajuinen opinnäytetyö. Opintoviikko on 40 tuntia opiskelijan työtä.

Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelma voitiin toteuttaa oppilaitoskohtaisesti kolmella vaihtoehtoisella 20 ov suuntautumisvaihtoehdolla:

- 6. Elektroniikka 20 ov
- 7. Tietokonetekniikka 20 ov
- 8. Tietoliikennetekniikka 20 ov

Yhteisenä opintona elektroniikan ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelman eri suuntautumisvaihtoehdoille oli elektroniikan ja tietoliikennetekniikan perusosaamisen opintokokonaisuus 25 ov (opintokokonaisuus 5). [Taulukko 1]

Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelmassa suuntauduttiin nimensä mukaisesti sähkö- ja energiatekniikkaan 20 ov (opintokokonaisuus 9). [Taulukko 1]

Kaikkiin sähköalan koulutusohjelmiin kuului ammatillisia valinnaisopintoja 15 ov, sekä vapaasti valittavia opintoja 10 ov [Taulukko 1]. Ammatillisten valinnaisopintojen vaihtoehdot olivat samat kaikille sähköalan koulutusohjelmille [Taulukko 2]. Vapaasti valittavat opinnot voivat käytännössä olla mitä tahansa toisen asteen opintoihin kuuluvia tai rinnastettavia tutkinnosta tai sisällöstä riippumatta [2].

Taulukko 2. Valinnaiset ammatilliset opintojaksot [2]

<u>OPS nro</u>	<u>Opintokokonaisuuden nimi</u>	<u>ov</u>
10.	Kappaletavara-automaation perusteet	10 ov
11.	Hydrauliikka- ja pneumatiikka	10 ov
12.	Kiinteistöautomaatio	5 ov
13.	Kiinteistön heikkovirta- ja tietojärjestelmät	5 ov
14.	Prosessiautomaation perusteet	10 ov
15.	Tehoelektroniikka	5 ov
16.	Tietokoneiden käyttöjärjestelmät	5 ov
17.	Tietokoneiden tietoliikenne	5 ov
18.	Tietokonelaitteiden rakenne	5 ov
19.	Kappaletavara-automaation ohjaukset	5 ov
20.	Prosessiautomaation säädöt ja ohjaukset	5 ov
21.	TV-tekniikka	5 ov
22.	Videotekniikka	5 ov
23.	Hydrauliikan ja pneumatiikan perusosaaminen	5 ov
24.	Käynnissäpito	5 ov
25.	Yli 1 kV:n jakeluverkkoasennukset	5 ov
26.	Muut valinnaiset opinnot	15 ov

Ammatillisista opinnoista vähintään 20 ov. tuli opiskella opintosisältöjä vastaavissa työtehtävissä ohjattuna työssäoppimisena. Tutkintoon sisältyi myös vähintään 2 ov laajuinen suuntautumisalakohmainen oppinnytöitä integroituna ammatillisiin opintokokonaisuuksiin.

### 3.3 Oppilaitoskohtainen opetussuunnitelma

Valtakunnallisen opetussuunnitelman pohjalta laadittiin oppilaitoskohtaisesti toteutettava opetussuunnitelma, joka pitää sisällään kaikille koulutusaloille yhteisen osan ja tutkinnoittain eriytyvät osat. Paikallisen suuntautumisen mahdollistamiseksi tutkintokohtaisessa opetussuunnitelmassa voitiin poiketa ammatillisten opintokokonaisuuksien laajuuksista 20 % suuntaansa, kuitenkin siten etteivät niiden opetussuunnitelman perusteissa määriteltyjä tavoitteita muutettu. [2], [18]

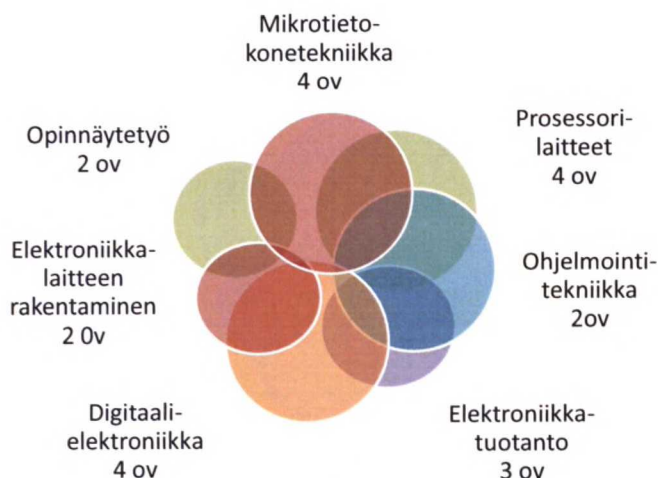
### 3.4 Nastopoli-instituutin opetussuunnitelma

Nastopoli-instituutissa koulutus suuntautui tietokonetekniikkaan, jolloin koulutusohjelman eriytyvät ammatilliset opinnot muodostivat opintokokonaisuudet: [Taulukko 1].

- 5. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan perusosaaminen 25 ov
- 7. Tietokonetekniikka 20 ov

### 3.5 Oppilaitoskohtaiset opintojaksot ja oppimistavoitteet

Nastopoli-instituutin elektroniikan ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelman oppilaitoskohtainen opetussuunnitelmassa oli mikrotietokonetekniikkaa sisältäviä ja sivuavia opintojaksoja 21 ov. Opintojaksot kuuluivat toisen ja kolmannen opiskeluvuoden syventäviin ammatillisiin opintoihin.



Kuva 4. Opetuskokeilun opintojaksot

Opetuskokeiluun kuuluneet II vuoden opintojaksot:

- Mikrotietokonetekniikka 4ov
- Ohjelmointitekniikka 2ov
- Digitaalielektroniikka 4ov
- Elektroniikkatuotanto 3ov

Opetuskokeiluun kuuluneet III vuoden opintojaksot:

- Prosessorilaitteet 4ov
- Elektroniikkalaitteen rakentaminen 2ov
- Opinnäytetyö 2ov

Opetuskokeiluun kuuluneiden opintojaksojen oppimistavoitteet olivat oppilaitoskohtaisen opetussuunnitelman mukaan [20], [2]seuraavat:

#### 3.5.1 Digitaalielektroniikka 4ov

”Opiskelijan on osattavaa itsenäisesti koota ja mitata kombinaatiosovelluksia, kuten 7-segmenttinäytön ohjaus, kooderit ja dekodeerit, sekvenssilogiikan peruskytkennät sekä analogia- ja digitaalipiirien perusyhdistelmät, kuten muuntimet ja ajastimet sekä yleisimmät muistipiirit.



Keskeinen sisältö on digitaalitekniikka.” [20], [2]

### 3.5.2 Mikrotietokonetekniikka 4ov

”Opiskelijan on osattava tietokonejärjestelmän toimintaperiaatteet ja niissä käytettävät lukujärjestelmät sekä yleisemmät koodaustavat. Opiskelijan on tiedettävä tietokonejärjestelmien väylien rakenneperiaatteet ja osattava rakentaa peruskomponenttien avulla väyläohjain, osoitekooderi/dekooderi ja lukkopiiri sekä osattava mikroprosessorien (suorittimet) rakenneperiaatteet ja ohjauskielen yleisperiaatteet.

Keskeinen sisältö on tietokoneen toimintaperiaatteiden ymmärtäminen ja rakenteen hallinta.” [20], [2]

### 3.5.3 Prosessorilaitteet 4ov

”Opiskelijan on osattava mikroprosessorin rakenne ja toiminta sekä sen perusohjelmointi konekielellä. Hänen on tiedettävä yleisen mikro-ohjaimien rakenne ja siihen liitettävät yleisimmät oheislaitteet. Opiskelijan on osattava sulautetun järjestelmän toteuttaminen mikro-ohjaimen avulla, ja hänen on tiedettävä sulautetun järjestelmän ohjelmistokehityksen periaate ja osattava kehitysympäristön peruskäyttö.

Keskeinen sisältö on sulautettujen järjestelmien käyttö.” [20], [2]

### 3.5.4 Ohjelmointitekniikka 2ov

”Opiskelijan on osattava kuvata ohjelmoinnin yleisperiaate ja kuvauskielisiä ohjelmointiongelmia. Hänen on kyettävä tulkitsemaan lausekieltä ja ohjelmoimaan perusohjelmistorakenteet hyvää kuvaustapaa noudattaen. Hänen on osattava tehdä laajempi ohjelmointiharjoitus lausekielellä.

Keskeinen sisältö on ohjelmointi.” [20], [2]

### 3.5.5 Elektroniikkatuotanto 3ov

”Opiskelijan on osattava elektroniikkatuotannon periaatteet, kuten EMC ja ESD, ja piirilevyjen toteutustekniikat yksittäisvalmistusta varten sekä tiedettävä yksinkertaisen kappaletavara-automaatiojärjestelmän käytännön toteuttaminen. Opiskelijan on tunnettava sähköalalla yleisimmät käytettävät suunnittelu- ja dokumentaatio-ohjelmat. Hänen on osattava käyttää yhtä suunnitteluohjelmaa niin, että voi tuottaa sillä varsinaisessa ammattityössä tarvittavia piirustuksia ja muita dokumentteja

Keskeinen sisältö on elektroniikkatuotannon perusteiden osaaminen ja suunnitteluohjelmiston käyttö.” [20], [2]

### 3.5.6 Elektroniikkalaitteen rakentaminen 2ov

”Opiskelijan on osattava selostaa lohkokaaviosta yksinkertaisen elektroniikkalaitteen toimintaperiaate, osattava suorittaa laitteeseen liittyvä vianhaku sekä osattava paikantaa vika ja korjata se. Hänen on tiedettävä elektroniikkalaitteiden protovalmistusmenetelmät sekä osattava niihin kuuluvat laitteen teknisiä ominaisarvoja määrittävät mittaukset. Hänen on osattava tehdä ja lukea laitteisiin liittyviä dokumentteja.

Keskeinen sisältö on peruselektroniikkalaitteiden rakentaminen ja vianhaku.” [20], [2]

### 3.5.7 Opinnäytetyö 2ov

”Opintoihin sisältyy opinnäytetyö, jonka laajuus on vähintään kaksi opintoviikkoa. Opiskelijan on osattava laatia opinnäytetyö, joka voi olla joko opintoja kokoava tai tutkinnon jonkin osa-alueen erityisosaamista osoittava tehtäväkokonaisuus, kuten kirjallinen työ, multimedia- tai hypermediatyö, selvitys, projektityö tai tuote, ja joka toteuttaa tutkinnon tavoitteita. Opiskelijan on osattava suunnitella opinnäytetyönsä oman kiinnostuksensa ja ammatillisen suuntautumisensa mukaisesti. Opinnäytetyötä tehdessään hänen on osattava työskennellä omatoimisesti, johdonmukaisesti ja järjestelmällisesti. Hänen on osattava etsiä opinnäytetyössä tarvittavaa tietoa eri lähteistä ja suhtautua tietoon kriittisesti. Hänen on osattava yhdistellä tutkinnon eri osa-alueiden osaamista ja käyttää tarkoituksenmukaisia työskentelymenetelmiä. Hänen on osattava itsenäisesti ratkaista opinnäytetyöhönsä liittyviä ongelmia ja arvioida opinnäytetyön etenemistä ja sen tuloksia. Hänen on osattava esitellä opinnäytetyönsä kirjallisesti ja suullisesti.

Keskeinen sisältö on opinnäytetyö.” [20], [2]

## 4 Kysely mikrotietokonetekniikan opetuksesta (Kevät 2007)

### 4.1 Tavoitteet

Kyselyn päätarkoituksena oli selvittää Suomen ammatillisten oppilaitoksien sähköalan perustutkinnon mikrotietokonetekniikan opetusta seuraavasti.

1. Mitä opetusmateriaaleja käytettiin?
2. Ammattiaineiden integrointiaste ja -tapoja.
3. Mikrotietokonetekniikan oppimistuloksia.
4. Mikrotietokonetekniikan opetuksen tarve.

### 4.2 Kohderyhmä

Vastaajien kartoittamiseksi etsittiin ne suomalaiset toisen asteen oppilaitokset, joissa annettiin sähköalan perustutkintoon johtavaa koulutusta [21]. Kyselyn postituslistaan kerättiin näissä oppilaitoksissa toimivien opettajien sähköpostiosoitteet oppilaitosten nettisivuilta. Yhteystietojen perusteella oli vaikea eritellä ketkä eri oppilaitoksissa opettavat tietokonetekniikkaa, joten kysely lähetettiin kaikille sähköalan opettajille. Vastaamispyynnön saatekirjeessä pyydettiin vastaajiksi opettajia, joiden opettamiin oppimääriin sisältyi tietokonetekniikka, prosessoreita tai kontrollereita.

Osoitetietoja kertyi 518 opettajalle 59 oppilaitokseen joiden 98 toimipisteessä annettiin sähköalan perustutkintoon johtavaa koulutusta. Kahdessa oppilaitoksesta ei yksittäisten opettajien yhteystietoja ollut verkossa saatavilla, jolloin vastauspyynnöt lähetettiin näiden oppilaitosten sähköalan osastonjohtajille.

Arvion mukaan ammatillisten oppilaitosten sähköalan opettajista keskimäärin 3 opettajaa oppilaitosta kohden opettaa mikrotietokonetekniikka, joten potentiaalisia vastaajia oli yhteensä noin 150.

### 4.3 Kyselypalvelin

Kysely laadittiin www-palvelimelle ([www.nastopoli.fi](http://www.nastopoli.fi)) [22]. Palvelimella oleva kysely-ohjelmisto tehtiin harjoitustyönä TTK:n tietojenkäsittelyopin ohjelmatyö -opintojaksolla. Ohjelmisto tallentaa vastaukset tietokantaan, josta tuloksista voidaan reaaliaikaisesti tarkastella mm. seuraavia tietoja: [23]

- Vastaajamäärät
- Valintakysymysten vastausten kappalemäärät ja prosentuaalinen jakauma
- Valintakysymysten vastausten jakautuma pylväsdiagrammeina
- Eri - samaa mieltä -valintakysymysten vastausten kappalemäärät, prosentuaalinen jakauma, keskiarvo ja keskihajonta
- Sanalliset vastaukset



#### 4.4 Kyselyn toteutus

Kysely aloitettiin pilottikyselyllä kuudelle Päijät-Hämeen koulutuskonsernin ammatillisen toisen asteen mikrotietokonetekniikan opettajille Nastolassa ja Lahdessa. Heidän palautteensa perusteella kysely todettiin riittävän valmiiksi.

Kaikille vastaajaehdokkaille (518kpl) lähetettiin vastauspyynnöt sähköpostilla 26.3.2007 [24] kyselyn linkillä varustettuna. Vastausaikaa varattiin kaksi viikkoa. Ensimmäisen viikon jälkeen vastausinto oli odotetusti laimeahko (34kpl), joten 3.4.2007 vastaajaehdokkaille lähetettiin uusi anelukirje sähköpostiin [24] ja lisäviikko vastausaikaa, (muistutusmenetelmä [45]). Näin karttui 10.4.2007 mennessä yhteensä 73 vastaajaan vastaukset. Lopullisten vastaajien määrä oli noin puolet kohderyhmän arvioidusta kokonaismäärästä. Kyselyn päätteeksi lähetettiin kaikille vastaajaehdokkaille kiitossähköposti mukanaan linkki vastaustuloksiin [23].

#### 4.5 Kysymykset teemoittain

Kyselyyn vastaamisen ja vastausten käsittelyn helpottamiseksi kyselyn kysymykset ryhmiteltiin aihepiireittäin teemoihin: [22]

- Ohje
- Yleistä,
- Mikrotietokonetekniikan opetuksen tarve sähköalalla
- Mikrotietokonetekniikan opetusmateriaali
- Prosessoritekniikan integrointi muuhun opetukseen
- Oppiminen
- Palaute kyselystä

Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin näiden teemojen sisällöt ja tavoitteet.

Mikrotietokonetekniikka käsite ei ole yksiselitteinen, vaan saattaa tuoda mieleen erilaisia asioita vastaajan taustoista riippuen. Tämän vuoksi ohje-teemassa määriteltiin mikrotietokonetekniikka-käsite kyselyn näkökulman selventämiseksi: ”Tässä kyselyssä mikrotietokonetekniikalla tarkoitetaan mikroprosessori- tai kontrolleripohjaisen tietokonelaitteiden rakennetta, sekä näiden ohjelmointia laiteläheisellä(esim. assembler) tai korkeamman tason kielellä (esim. C)”.

”Yleistä” -teemassa kartoitettiin vastaajan oppilaitos, toimipiste, opetettavat koulutusohjelmat suuntautumisineen, oppilasmäärineen ja ryhmäkokoineen sekä vuosittaiset valmistuneiden opiskelijoiden määrä. Lisäksi selvitettiin vastaajan koulutustaustaa ja opettajakokemusta. Teema mahdollistaa oppilasmäärien, ryhmäkokojen, valmistuneiden oppilaiden ja vastaajien taustojen korrelaatioiden tutkimisen muiden teemojen vastauksiin nähden.

”Mikrotietokonetekniikan opetuksen tarve sähköalalla” -teemassa kysyttiin vastaajien näkemystä opetuksen tarpeesta koulutusaloittain valmistuneiden tuleviin työtehtäviin

verrattuna asteikolla 1 - 5, eri mieltä - täysin samaa mieltä. Lisäksi oli mahdollisuus kommentoida teeman kysymyksiä.

Tulosten avulla voidaan vertailla mm. valtakunnallisten alakohtaisten opetussuunnitelmien mikrotietokonetekniikan oppimistavoitteiden laajuuksia opettajien käsitykseen työtehtävien vaativuudesta.

”Mikrotietokonetekniikan opetusmateriaali” -teemassa selvitetään mitä prosessoreita ja opetusmateriaaleja käytetään eri oppilaitoksissa. Teemassa kysyttiin vastaajien opetuksessa käyttämiä mikroprosessoreita valintaperusteineen, sekä opetuspaketit, oppikirjat, ohjelmistot ja nettimateriaalit.

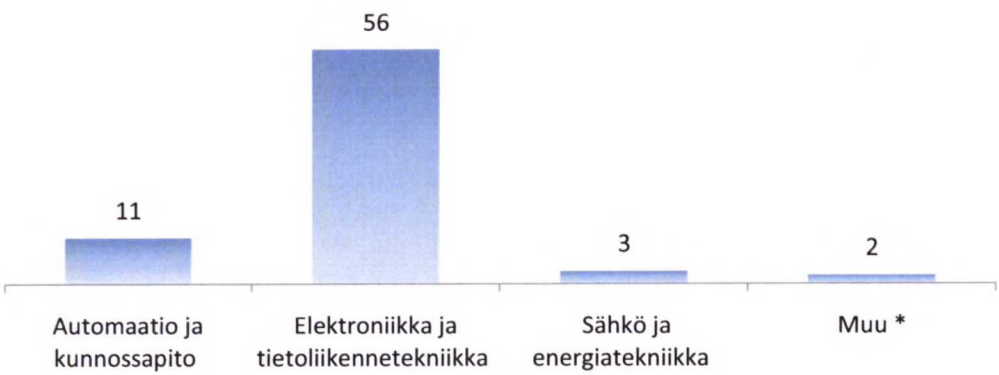
”Prosessoritekniikan integrointi muuhun opetukseen” -teemassa tutkittiin vastaajien halua integroida aiheen opetusta muihin oppimisasiheisiin, sekä jo toteutuneita ja mietinnässä olevia integrointitapoja.

”Oppiminen” -teemassa kysyttiin opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan oppimismotivaatiota, osaamisen päättötasoa sekä opiskelijoiden intoa soveltaa mikrotietokonetekniikkaan osaamistaan opinnäytetyöhönsä.

Lopuksi vastaajilla oli mahdollisuus antaa kyselystä palautetta.

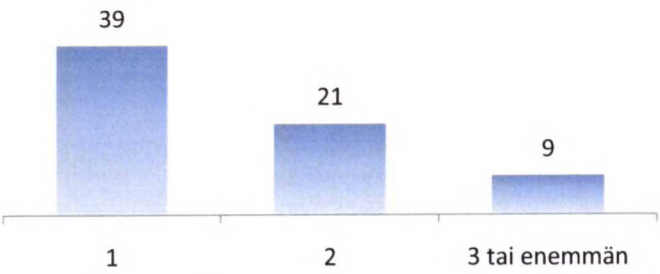
4.6 Kyselyn tulokset

Kyselyyn vastasi yhteensä 73 opettajaa 43 eri oppilaitoksesta. Vastaajien määrä oli noin 50 % oletetusta mikrotietokonetekniikan opettajien määrästä. Kyselyyn vastattiin 73 %:sta kohteina olleista oppilaitoksista. Suurin osa vastaajista (72 %) opetti elektroniikan ja tietoliikenteen koulutusohjelmassa. [22]



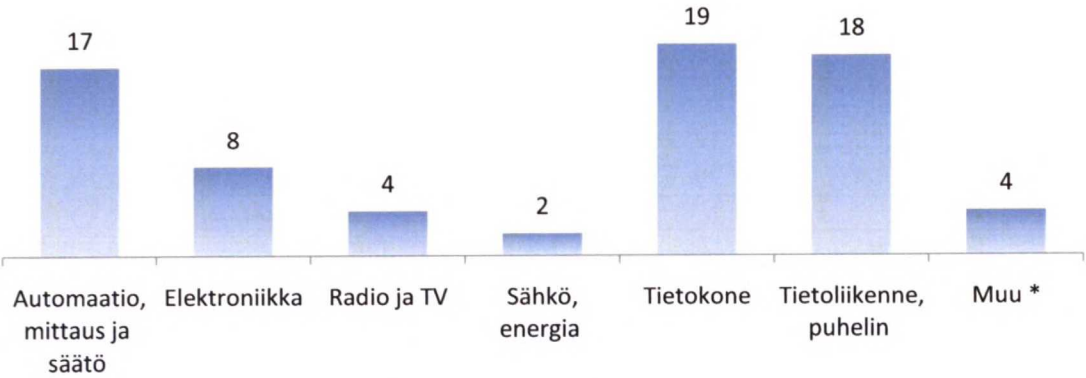
Kuva 5. Vastausten jakauma, kysymys 2: Opettamasi koulutusohjelma

Vastaajien toimipisteissä oli keskimäärin yhdestä kahteen rinnakkaisryhmiä (83 %), joista valmistui vuosittain noin 20 asentajaa (yhteensä n. 850 asentajaa).

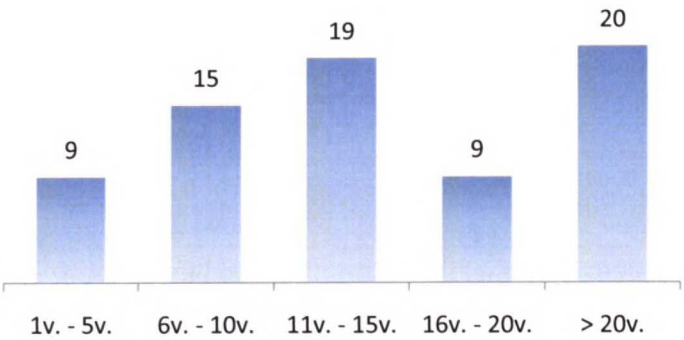


Kuva 6. Vastausjakauma, kysymys 6: Rinnakkaisryhmien määrä

Pääosa vastaajista (75 %) on koulutustaaltaan automaatio-, tietokone- ja tietoliikennealan insinöörejä sekä teknikoita. Kyselyyn vastatessa opettajilla oli opetusalan kokemusta keskimäärin 11-15 vuotta



Kuva 7. Vastausjakauma, kysymys 8: Oma koulutuksesi



Kuva 8. Vastausjakauma, kysymys 10: Opetusalan työkokemuksesi

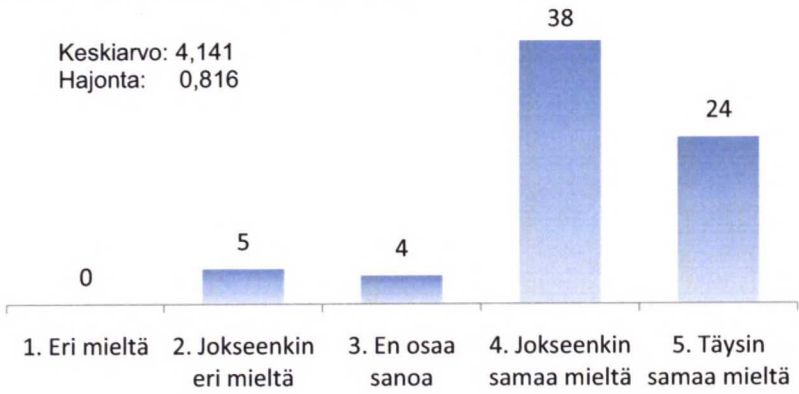


Automaatioasentajien kohdalla syvällisen aiheen osaamisen tarve koettiin kohtalaiseksi



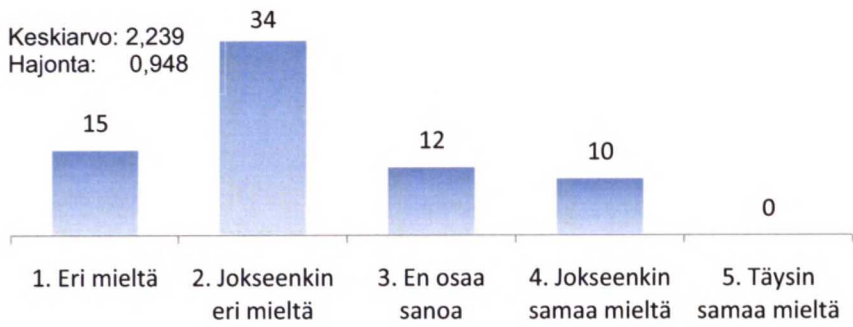
Kuva 9. Vastausjakauma, kysymys 11: Automaatioasentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista työtehtävissään

Vastaajista suurimman osan mielestä elektroniikka-asentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista.



Kuva 10. Vastausjakauma, kysymys 12: Elektroniikka-asentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista työtehtävissään.

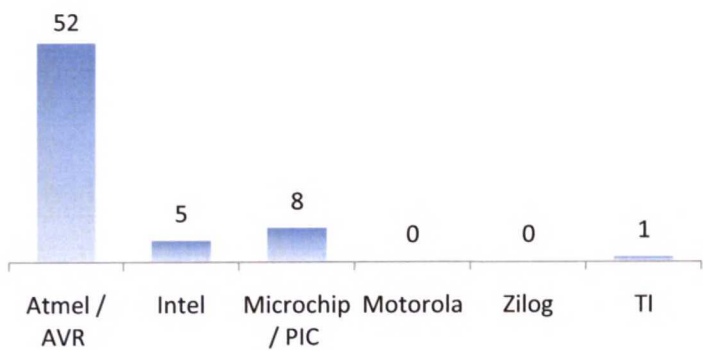
Sähköasentajien ei katsottu tarvitsevan syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista, ainoastaan 14 % vastaajista oli syvällisen osaamisen kannalla.



Kuva 11. Vastausjakauma, kysymys 13: Sähköasentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista työtehtävissään

Sanallisissa vastauksissa mietittiin termin ”syvällinen” tarkoitusta.

Opetukseen käytettiin eniten Atmel:n kontrollereita eniten (72 %). Toiseksi eniten käytettiin Microchip:n PIC kontrollereita (11 %) [35]. Intelin prosessorien osuus oli 6 %. Yksi opettaja kertoi käyttävänsä Texas Instrumentsin [49] MSP430 kontrolleria.

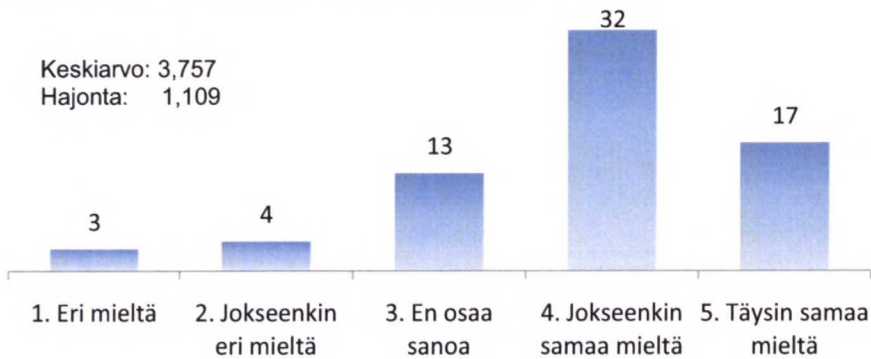


Kuva 12. Vastausjakauma, kysymys 15: Opetuksessa pääasiassa käyttämäsi mikroprosessori / kontrolleri valmistaja

Opetuspaketeista suosituin Oli Tietomyrsky Oy:n [47] ja Tietopetri oy:n [48] Atmel AVR paketit. Seuraavana tulivat Microsalo Oy:n [46] ja Matrix multimedian [50] paketit. Muutaman opettajan käytössä oli Is-Vet oy:n [51] paketti. [Taulukko 3]

Vastausten mukaan eniten käytetty oppikirja oli toisen asteen ammatilliseen koulutukseen suunnattu Mikrotietokonetekniikka -kirja, Koskinen [25] ja saman kirjan uudempi painos Sulautetut järjestelmät. Paljon käytettyjä oppikirjoja olivat Mikrotietokonetekniikka, Salo [26] ja Mikro-ohjaimen ohjelmointi C-kielellä [27], Yksittäisinä oppikirjoina nousivat esiin Mikrotietokone 4, Parkkari [29], Mikroprosessoritekniikka, Johnsson, Ståhl [30] ja Mikrotietokonetekniikka, Rantala [28] kirjat. [Taulukko 4]

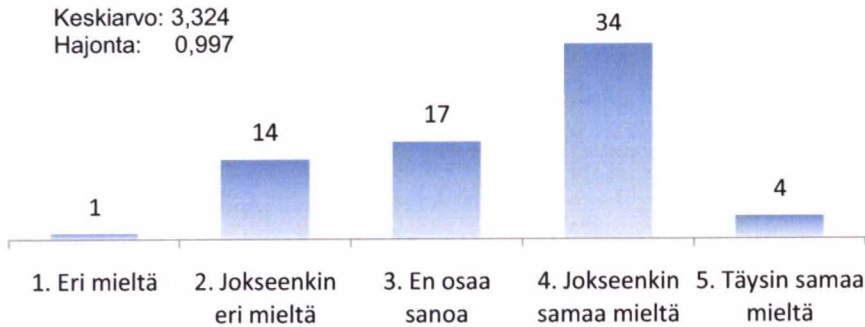
Mikrotietokonetekniikan integrointia muihin oppiaineisiin kannatti 67 % vastanneista (jokseenkin samaa mieltä ja saamaa mieltä).



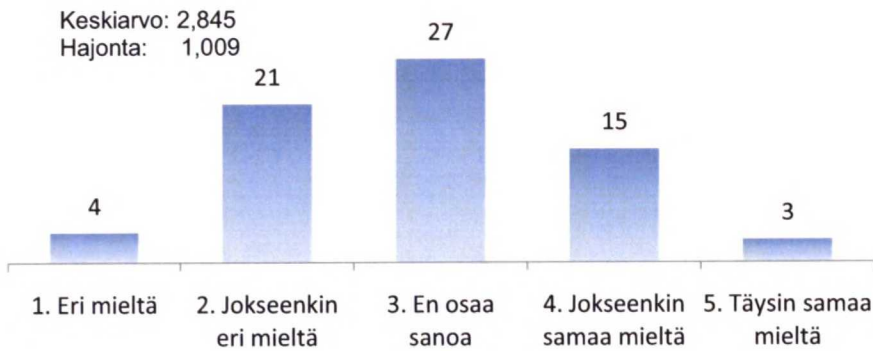
Kuva 13. Vastausjakauma, kysymys 21: Mikrotietokonetekniikan opetusta on integroitava osaksi muita oppiaineita.

Mikrotietokonetekniikan opetusta oli integroitu osaksi mm. ohjelmoinnin, elektroniikan ja tietoliikennetekniikan opetusta.

Vastausten perusteella opiskelijoiden oppimismotivaatiota pidettiin hyvänä ja osaamisen päättötasoa keskimääräisinä.

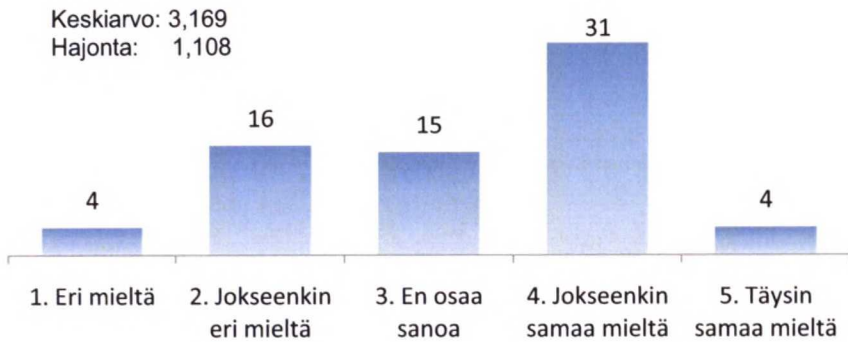


Kuva 14. Vastausjakauma, kysymys 24: Opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan oppimismotivaatio on erinomainen



Kuva 15. Vastausjakauma, kysymys 25: Opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan osaamisen päättötaso on erinomainen.

Mikrotietokonetekniikkaan liittyviä päättötöitä on tehty kohtalaisesti eri oppilaitoksissa.



Kuva 16. Vastausjakauma, kysymys 26: Opiskelijat tekevät usein mikrotietokonetekniikan liittyviä opinnäytetöitä



## Palautetta kyselystä

Muutamassa palautteissa kerrottiin kyselyn tavoitteiden jääneen vastaajille epäselviksi. Joissain vastauksissa toivottiin keskustelua mikrotietokonetekniikan opetuksen tarpeellisuudesta ja tavoitteista maanlaajuisesti. Kyselyn pituutta (lyhyttä) kiiteltiin.

### 4.7 Tulokset kyselyn päätavoitteisiin

Kyselyn päätavoitteet olivat:

1. Mitä opetusmateriaaleja käytettiin
2. Mikrotietokonetekniikan integrointiaste ja -tapoja.
3. Mikrotietokonetekniikan oppimistuloksia.
4. Mikrotietokonetekniikan opetuksen tarve.

Seuraavassa käsitellään saatuja tuloksia otsikoittain

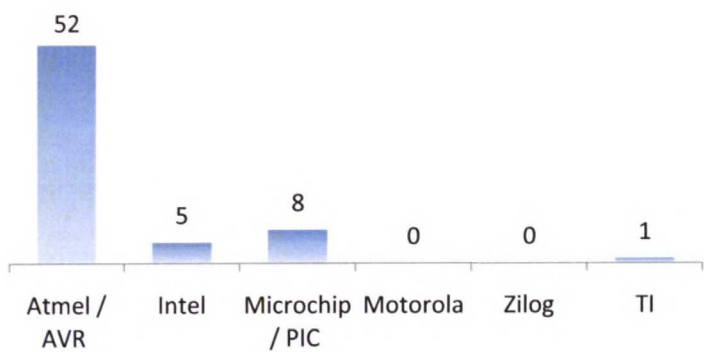
#### 1. Mitä opetusmateriaaleja käytettiin, kysymykset 15–20, [23]

Kyselyn perusteella mikrotietokonetekniikan opetus toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa toteutettiin käytännössä yhden toimittajan, Tietomyrsky Oy:n [47][48] opetuspaketeilla. Tietomyrskyn materiaali perustuu Atmel:n Avr kontrollereihin, jotka ovat edellä mainitusta syystä opetuksessa yleisimmin käytettyjä prosessorityyppejä (71,2 %).

Taulukko 3. Kysymys 16–17, Opetuksessa käytettyjä opetuspaketteja

Tietomyrsky Oy	64 kpl
Atmel Avr	49 kpl
Mikrosalo Oy	10 kpl
Matrix Multimedia	11 kpl
PIC	9 kpl
Itse toteutetut	9 kpl
Muut	3 kpl

Mikrosalo Oy:n [46] Avr sekä Matrix multimedian [50][52] PIC pohjaisella opetuspaketeilla oli kymmenkunta käyttäjää. Yhdeksän vastaaja mainitsi käyttävänsä itse toteuttamaansa opetuspakettia. Loput vastaajista käyttivät yksittäisiä eri toimittajien ratkaisuja.



Kuva 17. Vastausjakauma, kysymys 15: Opetuksessa pääasiassa käyttämäsi mikroprosessori / kontrolleri valmistaja

Tietomyrsky Oy:n opetuspaketin osana oleva Jari Koskisen mikrotietokonetekniikan oppikirja [25] oli käytössä suurella osalla opettajia. Kontrollerien C-kielisen ohjelmoinnin tukimateriaalina käytettiin yleisesti Mikrosalo Oy:n pakettiin kuuluvaa Pentti Vahteran C-ohjelmointi -kirjaa [27]. Muita oppikirjoja mainittiin lähinnä yksittäin.

Taulukko 4. Kysymys 18, Opetuksessa käytettyjä oppikirjoja

Koskinen J. Mikrotietokonetekniikka	41 kpl
Vahtera, P. Mikro-ohjaimen ohjelmointi C-kielillä	10 kpl
Itse tehty materiaali	6 kpl
Tietomyrsky Oy: materiaali	4 kpl
Salo, P. Mikrotietokonetekniikka	3 kpl
Mikrotietokonetekniikka (ei tekijää)	3 kpl
Ei oppikirjaa	3 kpl
Rantala, P. Mikrotietokonetekniikka	1 kpl
Parkkari, V. Mikrotietokoneet 4	1 kpl
Johnson, J. Ståhl, B. Mikroprosessoritekniikka.	1 kpl
Silander, Laiteläheinen C-kieli	1 kpl
Pc tehokäyttäjän opas	1 kpl
Lähteinen, PC-tekniikka	1 kpl

Opetukseen käytetyt ohjelmistot olivat ammattikäyttöön tarkoitettuja prosessorikohtaisia kehitysympäristöjä tai ohjelmankehitysympäristöjä. Varsinaisia opetusohjelmia edustivat harvalukuisesti Matrix Multimedian tuotteet.

Taulukko 5. Kysymys 19, Opetuksessa käytettyjä ohjelmistoja

Atmel, Avr kehitysympäristöt	47 kpl
C-kieli kääntäjät	17 kpl

PIC kehitysympäristöt	11 kpl
Matrix Multimedia	6 kpl
Muut, määrittelemättömät	4 kpl
Ei ohjelmia	2 kpl
TI, MSP430 kehitysympäristö	1 kpl
Dos/debug	1 kpl
PCcheck	1 kpl
ConTEXT	1 kpl

Sähköistä, verkosta löytyvää opetusmateriaalia haettiin opetuspakettien toimittajien ja laitevalmistajien sivustoilta. Myös hakukoneet, keskustelupalstat ja kontrolleriharrastajien yhteisösivustot olivat käytössä. Varsinaista verkkopohjaista opetussivustoa ei ollut kenenkään tiedossa vastausten perusteella.

Taulukko 6. Kysymys 20, Opetuksessa käytettyjä verkkomateriaalia

Opetuspakettien toimittajat	23 kpl
PIC kehitysympäristöt	11 kpl
Laitevalmistajat	9 kpl
Hakukoneet	9 kpl
Muut, määrittelemättömät	7 kpl
Keskustelupalstat	2 kpl
Verkkolehdet	2 kpl
Ei verkkomateriaalia	2 kpl

Opetusmateriaalin valintaperusteina mainittiin edullisuus, opettajille suunnatut koulutusmahdollisuudet, materiaalia tukevat suomenkieliset oppikirjat, valmiit kytkentäalustat ja markkinointi.

Taulukko 7. Kysymys 16, Prosessorin valintaperusteita

Valmis materiaali	18 kpl
Valmiit alustat	12 kpl
Edullisuus	11 kpl
Yleisyys	7 kpl
Oppikirja	7 kpl
Helppous	6 kpl
Koulutusmahdollisuus	3 kpl
Tuki	2 kpl
Riittävä suorituskky	2 kpl
Markkinointi	1 kpl
Simulointimahdollisuus	1 kpl

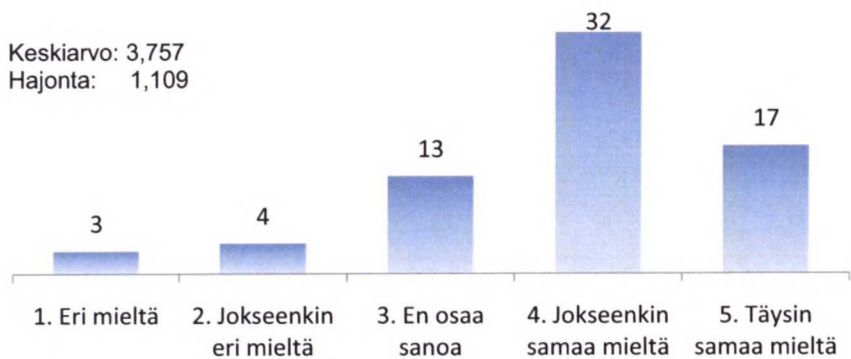
Vastauksista ja oppilaitokseemme tulleista yhteydenotoista päätellen JJJ automaatio Oy:n [52] edustama englantilainen Matrix Multimedia ja ruotsalaislähtöinen IS-Vet Oy [51] PIC-kontrollereihin perustuvilla opetuspaketeillaan yrittävät aktiivisesti oppilaitosmarkkinoille.



2. Mikrotietokonetekniikan integrointiaste ja -tapoja, kysymykset 21–23, [23]

Vastausten perusteella sähköalan perustutkinnon opetuksessa on tavanomaista integroida mikrotietokonetekniikkaa muihin ammatillisiin opintojaksoihin. Kyselyllä ei saatu tietoa integroidun opetuksen toteuttamistavoista, ainoastaan toisiinsa integroitujen opintojaksojen nimiä.

Vastaajista 70,1 % koki tarpeelliseksi mikrotietokonetekniikan opetuksen integroinnin muuhun opetukseen [Kuva 18]. Sanallisten vastausten määrien perusteella lähes kaikki vastanneet olivat pohtineet opetuksen integrointia ja 70 % toteuttanut integrointia osana opetustaan.



Kuva 18. Vastausjakauma, kysymys 21: Mikrotietokonetekniikan opetusta on integroitava osaksi muita oppiaineita.

Mikrotietokonetekniikan opetusta oli integroitu ammatillisiin opintoihin. Muihin oppiaineisiin integrointi oli vasta ideointiasteella. Yleisaineista mahdollisina integrointi osapuolina mainittiin viidessä vastauksessa englanti ja kerran liikunta. Liikunnan integrointiaiheena esiteltiin erilaiset suorituskykytesterit sulautettuina sovelluksina. Vastauksissa voi tulkita viitteitä äidinkielen opetuksen integroinnista opinnäytetyön ja muun dokumentoinnin kautta.

Taulukko 8. Kysymys 23, Opintojaksot joihin mikrotietokonetekniikkaa voisi integroida

Elektroniikka	21 kpl
Tietoliikennetekniikka	18 kpl
Automaatio	10 kpl
Tietokonetekniikka	4 kpl
Lähes kaikki opinnot	4 kpl
Englanti	4 kpl
Ohjelmointi	3 kpl
Valinnaiset opinnot	3 kpl
Oppimisprojektit	2 kpl
Perusopinnot	2 kpl

Opinnäytetyö	1 kpl
Autoelektroniikka	1 kpl
Liikunta	1kpl

Ammatillisissa aineissa suosituimpia jo toteutuneita integrointiosapuolia olivat eri elektroniikan opintojaksot, jotka olivat mainittu myös mahdollisina integrointikohteina 21 kertaa. Mikrotietokonetekniikkaa oli integroitu osaksi mm. automaatiotekniikan opintojaksoja, joista suositummaksi integrointikohteeksi osoittautui sulautettujen järjestelmien opintojaksot. Tietokonetekniikan ja ohjelmoinnin opinnot olivat monen opettajan opetuksessa integroitu mikrotietokonetekniikkaan.

Taulukko 9. Kysymys 22, Opintojaksoja joihin mikrotietokonetekniikkaa on integroitu

Elektroniikka	42 kpl
Tietoliikennetekniikka	18 kpl
Automaatio	16 kpl
Tietokonetekniikka	12 kpl
Ohjelmointi	11 kpl
Huolto	3 kpl
Dokumentointi	3 kpl
Matemaattiset	2 kpl
Oppimisprojektit	2 kpl
Opinnäytetyö	2 kpl
Valinnaiset opinnot	1 kpl

Vastauksista näkyy että kaikista ammatillisista opinnoista voi löytää integrointimahdollisuuksia tarkemmin pohtimalla.

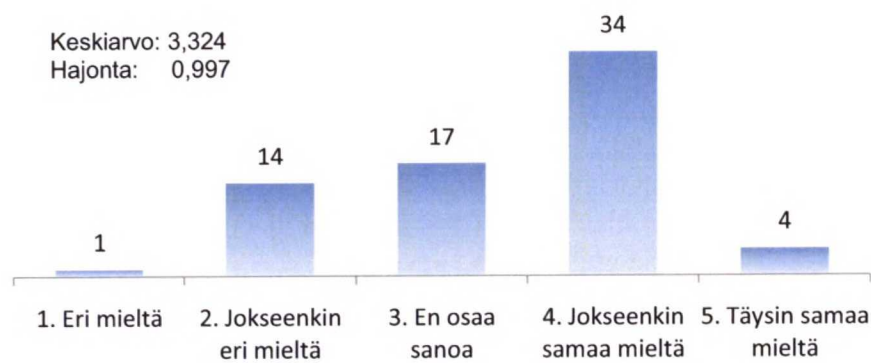
Vastauksissa ei ollut esimerkkejä toteutetuista integroiduista opetusjärjestelyistä. Kyselyssä olisi pitänyt olla tarkentava lisäkysymys toteutettuja integroituja opetusjärjestelyjä koskien.

Vastauksista oli vaikea päätellä oliko toteutuksissa integroitu kerralla yhteen useampia opintojaksoja kuin kaksi. Vastaukset, joissa oli mainittu useampi opintojakso, voi tulkita listaksi opintojaksoista, joihin on kuhunkin integroitu mikrotietokonetekniikkaa tai jotka ovat integroitu toisiinsa osittain tai kokonaan. Yksiselitteisten vastausten saamiseksi olisi pitänyt laatia erikseen kysymykset koskien yksittäisten ja useiden opintojaksojen integrointia.

### 3. Mikrotietokonetekniikan oppimistuloksia, kysymykset 24–27, [23]

Opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan opiskelumotivaatio on vastaajien mielestä hyvä, lähes erinomainen [Kuva 19]. Oppimistuloksista ei annettu yhtä hyvää kuvaa. Vastaukset jakautuivat tasaisesti ”samaa mieltä - eri mieltä” välille keskiarvon ollessa 2,85 [Kuva 15]. Sanallisten vastausten perusteella olivat opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan oppimistulokset ja motivaatio yleisesti kaksijakoisia. Osa

opiskelijoista motivoituu ja menestyy, osa ei. Näyttää siltä ettei välitapauksia juuri ole. Ohjelmoinnin oppimisen ja aikaisemman harrastuneisuuden arvellaan olevan tärkeitä syitä opintomenestykseen tai sen puutteeseen.



Kuva 19. Vastausjakauma, kysymys 24: Opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan oppimismotivaatio on erinomainen

Taulukko 10. Kysymys 27, Kommentteja oppimismotivaatiosta ja -menestyksestä

Kiinnostuksen puute haittaa	11 kpl
Menestyminen kaksijakoista	8 kpl
Harrastuneisuus avuksi	4 kpl
Ohjelmoinnin oppiminen	3 kpl
Yleinen opintomenestys korreloi	3 kpl
Mikrotietokonetekniikka vaikeaa	2 kpl
Käytännönläheisyys auttaa	2 kpl
Tuntimäärä liian pieni	2 kpl
Tietokonepelit haittaavat	2 kpl

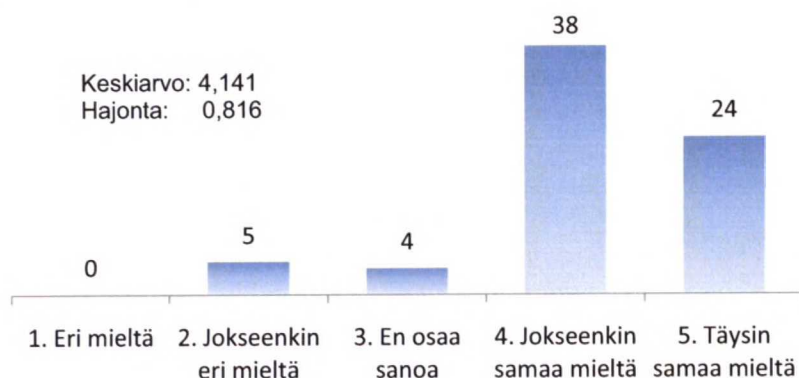
Oppimista mitattiin lisäksi kysymällä mikrotietokonetekniikkaan liittyvien päättötöiden määrää. Opiskelijat tekevät päättötyönsä yleensä aiheesta joka kiinnostaa ja jota tuntevat osaavansa hyvin. Vastausten perusteella voidaan todeta että mikrotietokonetekniikkaan liittyviä opinnäyte tehtiin usein (48 %) [Kuva 16]. Sanallisissa vastauksissa oli kaksi viittausta opinnäytetöihin. Toisessa toivottiin opiskelijoiden valitsevan opinnäytetyöhönsä mikrotietokonetekniikkaan liittyvän aiheen ja toisessa kerrottiin yhdestä kahteen opiskelijan tekevän opinnäytetyönsä mikro-ohjaimilla.

4. Mikrotietokonetekniikan opetuksen tarve, kysymykset 11–14, [23]

Elektroniikka-asentajien kohdalla vastaajat olivat lähes yksimielisiä mikrotietokonetekniikan opetuksen tarpeellisuudesta. Vastanneista 85 % oli sitä mieltä että elektroniikka-asentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista [Kuva 20]. Kirjallisista kommentteista voi kuitenkin tehdä päätelmän, että



asentajatutkiminnon tulee keskittyä perustason osaamiseen ja jättää syvällisempi tarkastelu ammattikorkeakoulu-opiskelijoille.



Kuva 20. Vastausjakauma, kysymys 12: Elektroniikka-asentajat tarvitsevat syvällistä mikrotietokonetekniikan osaamista työtehtävissään.

Muissa sähköalan perustutkinnoissa ei mikrotietokonetekniikan osaamista pidetty niin tärkeänä. Automaatioasentajien kohdalla mielipiteet jakaantuivat tasaisesti painotuksen ollessa osaamistarpeen puolella keskiarvolla 3,18 ja hajonnalla 1.06 [Kuva 9]. Kirjallisissa vastauksissa jotkut korostivat tietokonetekniikan osaamisen merkitystä nykyautomaatiossa. Kyselyn tulosten perusteella sähköasentajille ei ole kovin tarpeellista opettaa mikrotietokonetekniikkaa. Vastaukset painottuivat ”eri mieltä” puolelle keskiarvolla 2,29 ja hajonnalla 2,24 [Kuva 11].

Kyselyssä ollut sanamuoto syvällinen osaaminen oli sanallisten vastausten perusteella aiheuttanut osalle vastaajista pohdintaa sanamuodon merkityksestä. Kyselyä tehtäessä sanamuodolla tarkoitettiin asentajatason perusosaamista parempaa, perinteistä insinööritason perusosaamistasoa. Näin olivat vastaajat mielestäni asian ymmärtäneet sanallisten pohdintojensa perusteella.

#### 4.8 Kyselyn tulosten luotettavuus

Kyselytutkimuksen tavoite oli selkeä alusta asti. Kysymyslomakkeen kysymykset ryhmiteltiin teemoihin tutkimuskysymysten mukaan. Mahdollisia jatkotutkimuksia tai kysymyksenasetteluja varten lisättiin alkuun yleisösio vastaajien ja oppilaitosten taustojen selvittämiseksi.

Kysymyslomakkeen kysymysten laadinta onnistui kohtuullisen hyvin, huomioiden kyselyn laatijan olemattoman kokemuksen kyselytutkimuksen tekemisestä. Pilottikyselyyn osallistujien ja varsinaisten vastaajien kommentteissa ei tullut esille ongelmia kysymysten hahmottamisesta. Voidaan pohtia, toivatko kysymykset parhaalla tavalla esille tutkimuksen kohteita. Muutama tarkentava kysymys olisi ollut paikallaan. Tuloksia analysoidessa tuli esille mm. ettei kyselyllä saatu tietoa opetuksen integroinnin toteutustavoista. [45]

Tulosten käsittelyn yhteydessä paljastui, että avointen kysymysten määrä kannattaa minimoida. Avointen vastausten analysointi on työlästä niistä saatuihin tutkimustuloksiin verrattuna. Avoimissa vastauksissa on selkeä vaara yksittäisen taitavasti kirjoitetun mielipiteen liiallisesta painottumisesta. Toisaalta avoimet vastaukset tuovat esille kiinnostavia yksityiskohtia. Suljetut numeerista tietoa antavat kysymykset ovat vastausten analysoijan mieleen. [45]

Sähköinen kysymyslomake mahdollistaa pienellä vaivalla suurenkin perusjoukon käytön, kunhan heidän yhteystietonsa ovat saatavilla. Julkisten toimijoiden, kuten ammatillisten oppilaitosten henkilökunnan yhteystiedot ovat helposti saatavilla sähköisessä muodossa. Näin kysely saatiin toimitettua lähes kaikille perusjoukon jäsenille. Otantamenetelmää ei ollut tarvetta miettiä. Yhteystiedoista oli osassa oppilaitoksista vaikea päätellä kuuluiko tutkimuksen aihe kyseisen sähköalan opettajan työtehtäviin. [45] Tämän vuoksi vastauspyyntö lähetettiin useaan oppilaitokseen kaikille sähköalan opettajille. Arvio oli, että neljäsosa kyselyn saaneista kuuluu kyselyn kohderyhmään. Tähän verrattuna vastaukset saatiin 50 % perusjoukosta, jota voidaan pitää tutkimuksen kannalta riittävän kattavana määränä.

Vastauspyynnön uusinnalla oli merkittävä vaikutus vastausten määrään, joka kasvoi yli kaksinkertaiseksi anelukirjeen saattelemana [45]. Kyselykirjeessä mainitut ”kyselijän sama ammattitausta vastaajien kanssa” ja ”kyselyn taustalla oleva opiskelu” tuntuivat kasvattaneen vastaushalukkuutta sanallisten vastausten perusteella. Anonymiteetti ei tuntunut vastaajia vaivanneen. Vaikka vastaukset saattoi lähettää ilman vastaajan tarkempia tietoja, oli suurin osa vastaajista tietonsa laittanut. Vastaajien tiedot eivät näy vastauspalvelimen antamissa tuloksissa, mutta ne ovat saatavissa vastaukset sisältävästä tietokannasta.

Sanallisten vastausten perusteella saattoi päätellä kaikkien vastaajien suhtautuneen kyselyyn vakavissaan. Tulosten joukossa ei oletettavasti ole valheellisia tai harhaan johtavia vastauksia.

Koska kysely tehtiin vuonna 2007, voisi tulosten luotettavuutta testata uudella kyselyllä. Luotettavuutta olisi voinut varmistaa muutamalla eri oppilaitoksen opettajan haastattelulla, mutta se olisi nostanut kustannuksia oleellisesti ja lisännyt merkittävästi ajankäytön tarvetta. Nykyinen toteutus ei aiheuttanut rahallisia kustannuksia. [45]

Tutkimusnäkökulma ja tulosten analysointi jäi yhden tutkijan varaan. Tulosten luotettavuuden kannalta olisi parempi kuin mukana olisi ollut useampi havainnoija. Tutkimukseen osallistuneiden arvioita tuloksista olisi voitu pyytää luotettavuutta lisäämään.

Kyselytutkimuksen voi katsoa vastanneen hyvin tutkimuskysymyksiin. Tulokset toivat tutkijalle uutta näkökulmaa aiheeseen ja vahvistusta vanhaan kokemusperäiseen tietoon. Tutkimuksen yleinen merkitys jäänee vähäiseksi. Kyseessä on kuitenkin opinnäytetyö.



## 5 Oppiminen käytännössä

### 5.1 Toteutus

Käytännön opetus toteutettiin Nastolassa Nastopoli-instituutin sähköosastolla tietokonetekniikkaan suuntautuvalla elektroniikka-asentaja linjalla kahden opettajan tiimillä, ammatillisten aineiden lehtorit Erkki Kontiainen ja Jussi Heimala, vuosina 2006–2009. Opetettavat opintokokonaisuudet kuuluivat toisen ja kolmannen vuosikurssin opiskelijoiden opinto-ohjelmaan. Kontiainen toimi toisen ja minä kolmannen vuosikurssin ryhmänohjaajana.

### 5.2 Opiskelijat

Toteutettuun toisen ja kolmannen vuosiluokan opetukseen osallistui 2 ryhmää: vuosina 2005 aloittanut SAELN05RA ryhmä ja 2006 aloittanut SAELN06RA ryhmä, yhteensä 38 opiskelijaa. SAELN05RA ryhmässä oli 23 ja SAELN06RA ryhmässä oli 15 opiskelijaa. Opiskelun aloittaessaan opiskelijat olivat pääsääntöisesti 16–17- ja valmistuessaan 18–20-vuotiaita. Joukossa oli 6 vanhempaa kuitenkin alle 25-vuotiasta opiskelijaa. Opiskelijat olivat pääsääntöisesti poikia, vain yksi tyttö oli mukana.

Kaikki opiskelijat olivat peruskoulun suorittaneita. 24 opiskelijaa valmistui kokeilun aikana elektroniikka-asentajiksi. Viisi täydentää vielä opintojaan ja yhdeksän keskeytti. Valmistuneista kaksi suoritti ylioppilastutkinnon ammatillisten opintojen rinnalla.

Opiskelijoiden aiempi opintomenestystä muissa oppilaitoksissa ei tutkittu. He olivat päässeet opiskelemaan tutkintoa ja suorittaneet ensimmäisen vuoden opinnot, joten opiskelutaidot ja -motivaatio olivat tulleet esille ensimmäisen vuoden opintojen aikana ja mahdollisiin ongelmiin puuttuminen oli aloitettu vastaavan ryhmänohjaajan ja tukihenkilöstön toimesta. Tiedot ensimmäisen vuoden opintomenestyksestä ja toimenpiteistä siirrettiin toisen vuoden alussa keskusteluin ja papereiden avulla opetuskokeilun toteuttaneille toisen ja kolmannen vuoden ryhmänohjaajille.

### 5.3 Opetustilat ja työturvallisuus

Nastopolissa käytössä olevat opetustilat ovat erinomaiset. Tilojen yleisilme on avara ja siisti. Rakennus on valmistunut 1970 luvulla, mutta on peruskorjattu 1990 luvun puolessavälissä. Opetuskokeiluun osallistuneiden ryhmien pääasiallisessa käytössä oli kaksi opetustilaa, teorialuokka ja työsal. Molemmat tilat ovat riittävän isoja, jotta tarvittaessa kaksi ryhmää mahtuu niihin yhtäaikaaisesti.

Teorialuokka on varustukseltaan perinteinen liitutauluineen ja piirtoheittimineen. Luokassa tehtiin muistiinpanojen lisäksi mm. digitaalitekniikan harjoituksia koekytkentäalustoja käyttäen. Työpöydät eivät olleet sähköistettyjä, joten sähköön syöttö kytkentäalustoille tapahtui jatkojohdoilla.

Sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti standardin (SFS 6000-8-803) [31] täyttävässä työsalissa on 26 kpl kahden istuttavaa elektroniikkalaboratoriopöytää. Kussakin



pöydässä on ethernet-, tele-, antenni- ja juottimen 24 V liityntä sekä 8 kpl 230 V pistorasiaa. Lattia on päällystetty antistaattisella eristysmatolla ja 230 V jännitesyötöt ovat varustettu 30mA vikavirtasuojilla. Tilassa on määräysten mukaisesti hätäseispainikkeet, ohjeet sähkötapaturman varalle, ensiapu- ja ensisammutusvälineet. Oppilaat on perehdytetty sähkötyöturvallisuusmääräysten [32] mukaisesti tilojen käyttöön ennen työskentelyn alkamista.

Työsalin yhteydessä on 8m<sup>2</sup> varastotila ja piirilevynvalmistushuone. Lisäksi käyttöön oli varattavissa Atk-luokka ajanmukaisine mikrotietokoneineen yhden ryhmän tarpeeseen.

#### 5.4 Opetusvälineet

Käytettävissä olleet opetusvälineet olivat hyvät ja ajanmukaiset. Osaa työkaluista käytettiin vuorotellen, mutta työt etenivät yleensä eri tahdissa ja odotettaessa työkalun vapautumista voitiin tehdä muita töitä. Oppilailla oli käytettävissä työsalissa olevat yhteiset työkalut ja omat työkalusalkut tarvikkeineen.

- Digitaalitekniikan kytkentäalustat
- Elektroniikkakomponentit
- Piirilevyaihiot
- Vetokaappi
- Valotuskalvot (piirtoheitinkalvot lasertulostimelle)
- Uv-uuni
- Kehitys- ja syövytys altaat
- Piirilevypora
- Piirilevyleikkuri
- Elektroniikkajuottimet
- Pintaliitosuuni
- Pintaliitostyöasema
- Stereomikroskooppi
- PICkit2 ohjelmointi- ja debuggerilaite
- PICkit2 demolevy
- PIC kontrollerit
- Windows-työasemat

Digitaalelektronikan peruskytkentöjen harjoitteluun oli varattu digitaalitekniikan kytkentäalustat jännitesyötöillä, pulssigeneraattoreilla, hohtodiodeilla, kiinteillä loogisten tasojen syötöillä, 7-segmenttinäytöillä ja loogisilla vaihtokytkimillä varustettuna. Komponenttivarastosta löytyivät kytkentöihin tarvittavat komponentit ja muut tarvikkeet. Tiedon hakuun ja ohjelmistojen asennuspakettien käytettiin Windows-työasemien Internet-selainta.

Rakennettavien kytkentöjen kytkentäkaaviot ja piirilevyt suunniteltiin Eagle ohjelmalla [33]. Piirilevyjen valmistusta varten oli yksi- ja kaksipuolisia piirilevyaihioita, joista osa oli valmiiksi pinnoitettu uv-herkällä lakalla ja osa oli lakattava itse. Valotuskalvot

tulostettiin lasertulostimella. Uv-herkän lakan suihkuttamista varten oli vetokaappi. Lakan valottamista varten kaksipuolinen ajastettava Uv-uuni, jossa alipaineen avulla varmistetaan valotuskalvojen tiivis pysyminen piirilevyaihioita vasten. Valotetun lakan kehittämistä ja kuparifolion syövyttämistä varten oli omat nestekierrolla ja lämmityksellä varustetut kehitys- ja syövytysaltaansa. Piirilevyn reiät porattiin piirilevyporalla ja levyt leikattiin piirilevyleikkurilla lopullisiin mittoihinsa. Komponentit juotettiin piirilevylle 24V elektroniikkajuottimilla RoHS-direktiivin mukaisella lyijyttömällä tinalla. Pintaliitoskomponentteja varten oli uuni, pintaliitostyöasema ja stereomikroskooppi.

Konekieliset ohjelmat koodattiin ja testattiin aluksi VirtualPIC controller ohjelmassa [34] ja taitojen karttuessa MBLAB-IDE kehitysympäristössä [35]. C-kielisiä ohjelmia varten oli käytössä Hi-Tide for PIC-controllers -ympäristö [36]. Konekielisen ohjelman siirtämiseksi kontrolleriin oli jokaiselle opiskelijalle varattu USB-liitäntäinen PICKit2 ohjelmointi- ja debuggerilaite ohjelmistoihin [37] sekä ohjelmointilaitteeseen liitettävä demolevy ohjelmien testaamiseksi. Demolevyn piirikantaan voidaan kytkeä mm. harjoituksissa käytetyt PIC kontrollerit. Demolevyssä on valmiiksi kontrollerin I/O -nastoihin kytkettyinä painokytkin, 4 kpl hohtodiodeita esivastuksineen ja potentiometri, sekä liittimet ohjelmointilaitteelle, I/O:ille ja käyttöjännitteelle. Demolevy toimii tarvittaessa itsenäisesti ulkoisen jännitelähteen avulla.

Työsalissa oli oppilaiden käyttöön heidän oppilastyönä kokoamat Windows-työasemat, joihin opiskelijat asensivat harjoitusten tekemiseen tarvittavat ohjelmistot ja kirjoittivat harjoituksiin liittyvät raportit.

- Internet-yhteys ja selain
- Eagle piirilevyn suunnittelu
- Assembly for PICmicro MCUs: Virtual PIC controller
- C for PICmicro MCUs: Hi-Tide PIC C-ympäristö
- MPLAB-IDE
- PICKit2 Programmer Application
- MS-Word-teksturi

## 5.5 Suunnittelu

Opintokokonaisuuksien ja -jaksojen suunnittelutyön teimme lehtori Erkki Kontiaisen kanssa. Erkki Kontiainen on innokas kehittämään opetusta ja oli aktiivisesti mukana opetuskokeilun suunnittelussa ja toteutuksessa.

Oppilaitoksemme rehtorilta Reijo Pöyhöseltä saimme kokeiluun vapaat kädet, kunhan kustannukset eivät kasvaisi normaaleista. Vaikka opintojen toteutus muuttuisi kokeilun vaikutuksesta, katsottiin koulutuspäällikkö Veijo Halmeen suostumuksella, ettei aiemmin tehtyä oppilaitoskohtaista opetussuunnitelmaa (Ops) ollut tarvetta muuttaa, koska opetuksen toteutus säilytti opetussuunnitelman mukaiset sisällöt ja tavoitteet painotuksien mahdollisesti muuttuessa. Näin kunkin opintojakson opettaja painotti ja toteutti sisältöjä parhaaksi katsomallaan tavalla normaali käytännön mukaisesti.



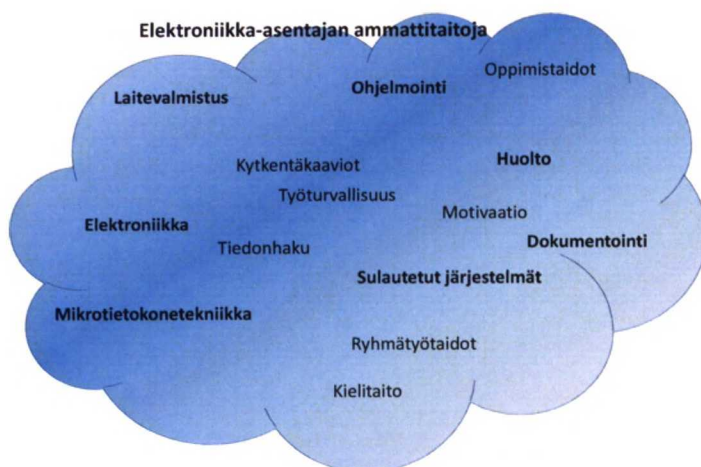
Opintojaksojen toteutuksia ei kokonaisuudessaan suunniteltu uusiksi, vaan olemassa olevaa materiaalia muokattiin uudesta näkökulmasta katsoen. Tehdyn suunnitelman mukainen toteutus säilyi yleispiirteiltään samanlaisena koko testiajan, mutta pientä hienosäätöä suoritettiin päivittäin matkan varrella.

Opetuksen toteutuksen kantavina ajatuksina olivat *tekemällä oppiminen* ja oppimistehtävien sovittaminen opintokokonaisuuksiin ja opintojaksoihin oppimistavoitteita integroimalla. Oppimisen rungon muodostivat erilaiset harjoitustyöt ja perinteiseen teoriaopetuksen käytetty aika minimoitiin. Harjoitustyöt pyrittiin laatimaan projekteiksi, jotka muodostuivat osatehtävistä.

Perinteisen teoriaopetuksen vähentämiseen päädyttiin lehtori Kontiaisen ja minun yhteisen käytännön kokemuksen kautta. Käsityksemme mukaan teoriaopetuksen oppimistulokset olivat huonontuneet vuosi vuodelta. Vaikka menetelmiä, lähestymistapoja ja harjoituksia oli muunneltu, suurelta osalta opiskelijoista teoriaopinnot tuntuivat menevän hukkaan. Oppilaiden motivointi teoriaopintoihin tuntui lähes mahdottomalta. Tilanteeseen turhautuneena päätimme kokeilla toista tietä, integrointia työpainotteisesti.

## 5.6 Tavoitteet

Opintojaksojen oppimistehtävien tavoitteena oli pedagogisesti ja teknisesti ajantasaisen oppiminen voimassa olevan opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisesti. Pedagogisesti piti pystyä vastaamaan opiskelijoiden oppimisvalmiuksiin motivoimalla heitä sopivan haastavin ja mielenkiintoisin oppimistehtävin.



Kuva 21. Oppimistavoitteita

Työssä haettiin uutta näkökulmaa oppimiseen. Perinteisen opetuksen sijaan painopistettä pyrittiin siirtämään opettamisesta, asioiden läpikäynnistä ja yksittäisistä harjoituksista, kohti laaja-alaista ja ongelmakeskeistä tekemällä oppimista.



Opintojaksojen ja kokonaisuuksien rajoja pyrittiin hävittämään luomalla laajempia oppimisprojekteja, jotka sisälsivät eri opintojaksojen oppimistehtäviä. Tavoitteena oli, että opiskelija ymmärtää opiskeltavien ammattiaineiden aidosti liittyvän toisiinsa ja muodostavan työelämässä tarvittavan osaamisen perustaa.

Mahdollisuuksien ja resurssien mukaan yritettiin vastata erilaisten oppijoiden tarpeisiin erilaisilla oppimissisältöihin sisäänrakennetuilla oppimispoluilla.

## 5.7 Oppimismallit ja -menetelmät

Opetuksen toteutuksen perustana olivat kognitiiviseen oppimismallin johdannaiset konstruktivismi [38], kumulatiivinen ja strukturaalinen oppiminen itseohjautuvuuteen kannustaen. Pääoppimismenetelmänä oli tekemällä oppiminen. Yhtenä tärkeänä tavoitteena oli opintojaksojen integrointi. Oppimistehtävät laadittiin mahdollisuuksien mukaan muistuttamaan elektroniikka-asentajan työhön kuuluvia tehtäviä.

Oleellinen muutos aiempaan opetukseen oli oppimistavoitteissa. Johtoajatuksena oli tavoitteiden peilaaminen elektroniikka-asentajan työtehtävien, sekä opiskelijoiden kiinnostuksen ja motivaation kautta. Lähtökohtana oli oletus, että jos oppijalle ei synny kontaktipintaa opiskeltavaan, ei todellista oppimista tapahdu. Tarjotun tiedon määrä pyrittiin suhteuttamaan todelliseen oppimiskapasiteettiin.

Opittavien kokonaisuuksien teoriataustaa esiteltiin ”mukava tietää” asenteella opiskelevan ryhmän reaktioita seuraillen, motivointia kuitenkin unohtamatta. Jos opiskelijoiden kiinnostus saatiin heräämään, paneuduttiin taustateorioihin tarkemmin, jos tietopuolinen opetus ei sillä kertaa kiinnostanut, siirryttiin käytännön tehtäviin. Teoriaopinnoista vapautunutta aika siirrettiin käytännön harjoitustöihin. Muutamassa opintojaksossa kokeiltiin ryhmien teorialunteja yhdistämällä vapauttaa opettajien aikaa harjoitustöiden ohjaamiseen.

Opiskelijoita kannustettiin itseohjautuvaan opiskeluun. Tarjotut harjoitustyöt eivät olleet ainoa mahdollisuus edetä opinnoissa. Opiskelijoita kannustettiin keksimään omia opiskeluprojekteja omista lähtökohdistaan. Näiden sisältöjä ei pyritty rajaamaan tiukasti, vaan omaksi projektiksi kelpaisi lähes mikä tahansa elektroniikka-asentajan ammattia sivuava aihe. Tällaisia olivat omien kytkentäkehitysten ohella mm. asiakastyöt, laitteiden korjaus ja huolto, tietokoneen kokoaminen, ylimääräinen työssäoppiminen työpaikalla jne.

Motto:

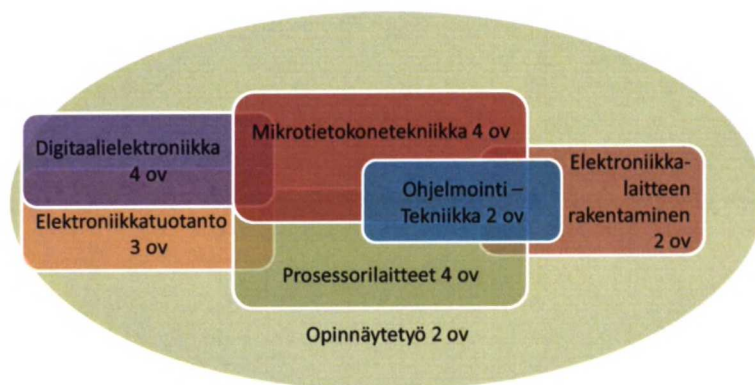
”Oppimisen kannalta on parempi tehdä jotain opittavaan liittyvää, omaa osaamista eteenpäin vievää, kuin jäädä tuolille istumaan passiivisena, surffaamaan netissä tai lähtemään kesken päivän pois koulusta.”

## 5.8 Opintokokonaisuudet

Opetuskokeilussa toisiinsa integroitiin toisen ja kolmannen opiskeluvuoden digitaalielektroniikka-, mikrotietokonetekniikka-, ohjelmointitekniikka- ja

elektroniikkatuotanto- ja elektroniikkalaitteen rakentaminen -opintojaksot. Suurin osa opinnäytetöistä tehtiin näiden opintojaksojen aiheisiin liittyen, joten integroinnin voi katsoa koskevan myös opinnäytetöitä.[Kuva 22] Integroidut opinnot kattoivat neljäsoosan (21ov) kahden vuoden aikana suoritettavista 80 opintoviikosta.

Kaikkea oppisisältöä ei pyritty integroimaan. Näin osa opintojaksojen sisällöistä säilyi edelleen omina kokonaisuuksinaan.



Kuva 22. Integroidut opintojaksot (21 ov)

Tämän opetuskokeilun ulkopuolelle jätettiin PC tietokoneisiin ja tietoverkkoihin liittyvät opinnot, työssäoppiminen, yhteiset ja valinnaiset opinnot. Koska ryhmien kaikki ammatilliset opinnot opetettiin meidän kahden opettajan voimin, käytettiin kokeiluun kuulumattomiin opintoihin samoja oppimismalleja ja -menetelmiä.

## 5.9 Opetusjärjestelyt

Oppilaitoksen käytännön mukaisesti 38 viikon mittainen lukuvuosi on jaettu viiteen 7,6 työviikon (38 päivän) periodiin. Periodijako johtuu opetuksen modulaarisesta mallista, jossa samaan periodiin (moduuliin) on sijoitettu toisiinsa sitoutuvia aihekokonaisuuksia. [44] Yksi periodi lukuvuodessa suoritetaan työssäoppien paikallisissa yrityksissä.

Oppilaiden työviikon pituus on 40 tuntia, joista 30 h on lukujärjestykseen merkittyä kontaktiopetusta ja loput 10 h omatoimista opiskelua. Pääosa opiskelijoiden työskentelystä tapahtui kuitenkin lukujärjestykseen merkittyjen tuntien aikana.

Ammattiaineita opiskeltiin käytännön harjoituksilla ja teoriaopinnoilla. Opintojakson opettaja määritteli teorianopetuksen ja käytännöntehtävien suhteen. Tässä kokeilussa painotettiin *tekemällä oppimista*, joten teoriaopetuksen osuus jäi suhteellisen pieneksi.

Lehtori Erkki Kontiainen opetti digitaalielektroniikan ja C-kielisen ohjelmoinnin opintojaksot kokonaisuudessaan. Minä opetin mikrotietokonetekniikan ja konekielisen ohjelmoinnin opintojaksot. Prosessorilaitteet, elektroniikkalaitteen rakentaminen - opintojaksot sekä opinnäytetyön ohjaaminen jaettiin molempien kesken.

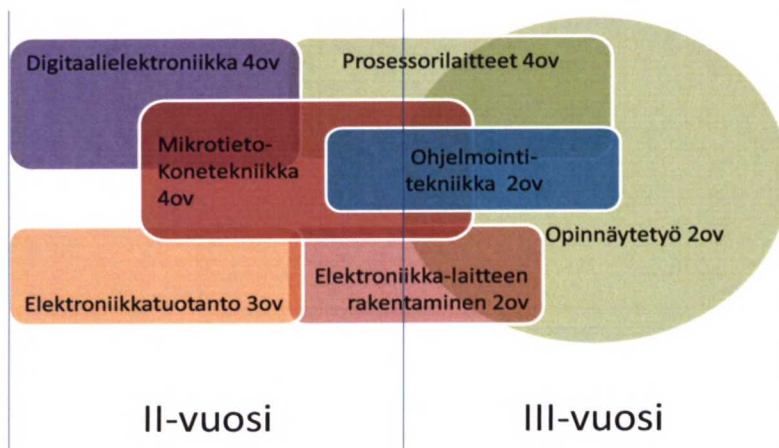


Normaalisti opintojaksot ovat sijoitettu lukujärjestykseen omina oppitunteinaan. Integroinnin seurauksena opintojaksojen rajat häviävät. Näin ollen opintojaksot voitaisiin yhdistää yhdeksi suureksi 21 opintoviikon opintojaksoksi, joka sijoitettaisiin oppitunteina lukujärjestykseen toteutukseen varatulle ajan jaksolle. Käytännön koulunpidon kannalta ratkaisu olisi ollut kuitenkin hankala. Opintojaksojen sijainnit lukujärjestyksessä säilyivät ennallaan, mutta kokeilun osalta sisällöt muuttuivat integroinnin mukaisesti. Vaikka lukujärjestyksessä luki yksittäisen opintojakson nimi, opiskelu eteni yleisnimellä ammatilliset opinnot.

Vuosiaikataulussa [Kuva 23] mukailtiin Nastopoli-instituutin opetussuunnitelmaa. Integroidut opinnot aloitettiin lukujärjestyksellisesti toisen opintovuoden ensimmäisen periodin alussa digitaalelektroniikan ja elektroniikkatuotannon opintojaksoilla. Toisen periodin ajan opiskelijat olivat paikallisissa yrityksissä työssäoppimassa. Kolmannen periodissa alkoi mikrotietokonetekniikan opintojakso. Neljännessä ja viidennessä jaksossa lukujärjestykseen oli merkitty prosessorilaitteet opintojakso.

Kolmannen vuoden ohjelmassa olivat ohjelmointi-, elektroikkalaitteen rakentaminen ja opinnäytetyö opintojaksot.

Käytännön toteutus eteni lukujärjestyksen mukaisesti, mutta sisällöt eivät noudattaneet lukujärjestystä vaan oppitunneilla edettiin projektiluonteisesti sen hetkistä asiaa eteenpäin vieden opintojaksorajoista välittämättä.



Kuva 23. Integroitujen opintojen vuosiaikataulu

Opintojaksojen arviointi tapahtui perinteisillä tavoilla:

- Tuntiaktiivisuus
- Läsnäolot
- Harjoitustehtävät
- Rakennetut kytkennät ja laitteet
- Ohjelmointityöt
- Kokeet



Tärkeimmiksi arviointikohdiksi katsottiin lopputuotokset: kytkennät, laitteet ja niitä ohjaavat ohjelmat. Läsnaolot vaikuttivat yleensä arviointiin epäsuorasti lisäämällä tuotosten määrää ja laatua. Jos opiskelija ei ollut paikalla, jäivät tehtävät sillä kertaa tekemättä.

## 5.10 Opintojaksojen toteutus

### 5.10.1 Digitaalielektroniikka 4 ov

Digitaalitekniikan opintojaksossa tutustuttiin mm. lukujärjestelmiin, koodeihin, Boolean algebraan sekä kombinaatio- ja sekvenssiipiirien toimintaan käytännön kytkentöjen avulla TTL- ja CMOS- piirejä käyttäen. Jakson opinnot suoritettiin pääosin perinteiseen tapaan teoriaopetuksena ja peruskytkentöjen kokoamisena ja testaamisena kytkentäalustoilla.

#### Oppimistavoitteet

Opintojakson pääoppimistavoitteina olivat digitaalielektroniikan peruskytkentöjen toiminnan ymmärtäminen, kytkentäkaavioiden tulkitsemistaidon syventäminen ja kytkentäkaavioiden siirtäminen toimiviksi kytkennöiksi, opetussuunnitelman mukaisesti.

#### Integrointi

Opintojakson integrointi kiteytyy harjoitustyöhön, jossa opiskelijat suunnittelivat ja rakensivat kytkennän, joka laskee sisään syötettävät pulssit ja näyttää niiden lukumäärän 7-segmenttinäytöllä. Sama toiminnallisuus toteutettiin mikrotietokonetekniikan ja ohjelmoinnin opintojaksojen aikana kontrolleripohjaisella kytkennällä sekä konekielellä että C-kielellä ohjelmoituina. Laskurikytkenän tarvitseman piirilevyn valmistuksen kautta opintojaksoon integroituu Elektroniikkalaitteen rakennus- opintojakso.

Pulssilaskurikytkenä koostettiin opintojakson aiemmissa kytkentäharjoituksissa testatuista kytkennöistä joko omatoimisesti tai ohjatusti opiskelijan valmiuksien mukaan. Näin aikaansaadusta kytkentäkaaviosta kukin opiskelija suunnitteli ja valmisti piirilevysuunnitteluohjelmaa [33] ja piirilevynvalmistustyökaluja apuna käyttäen oman piirilevynsä, jolle kokosi kytkennän ja testasi toiminnan. Laite ei yleensä toiminut kerralla, joten testausvaiheeseen liittyi vianhakua ja kytkennän korjausta.

### 5.10.2 Mikrotietokonetekniikka 4 ov

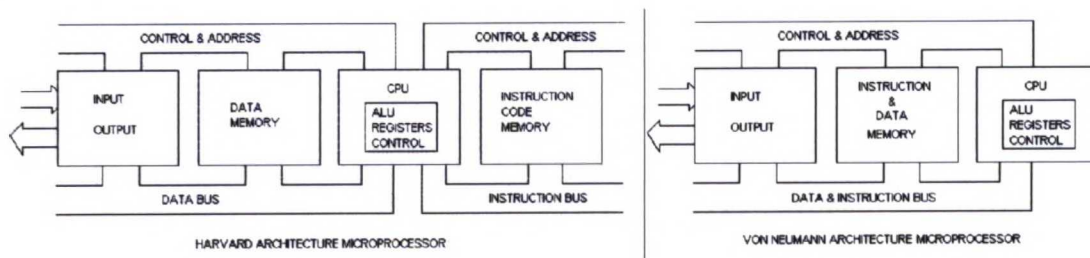
Mikrotietokonetekniikka opintojakson pääaiheina olivat mikrotietokoneen rakenne, liittynät, oheispiirit ja konekielinen ohjelmointi.

#### Oppimistavoitteet

Oppimistavoitteena oli ymmärtää yleisellä tasolla mikrotietokoneen toiminta ja rakenne ja saada valmiuksia mikrotietokonepohjaisten laitteiden valmistukseen, käyttöönottoon, huoltoon, vianhakuun, korjaukseen sekä laite- että ohjelmistotasolla opetussuunnitelman mukaisesti. Tarkennetaan että osaamistasotavoitteena on asentajatason, ei suunnittelija- eikä ohjelmoijatason osaaminen.

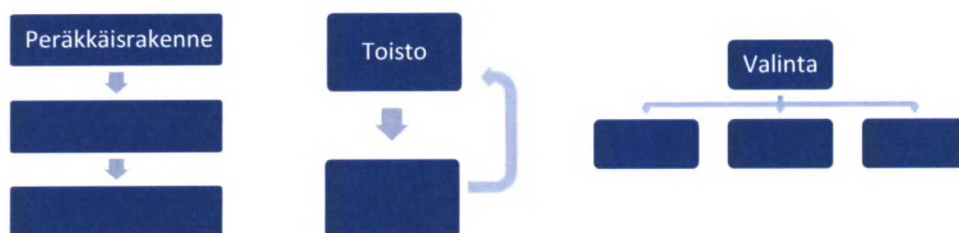
### Käytännön harjoitukset

Mikrotietokoneen rakenteen pintapuolisen esittelyn [Kuva 24] ja ohjelmoinnin perusrakenteiden [Kuva 25] jälkeen siirryttiin konekieliseen ohjelmointiin yksinkertaisten muutaman käskyn esimerkkiohjelmien avulla.



Kuva 24. Harvard- ja Von Neumann arkkitehtuurit [39]

Ohjelmointiharjoitusten edetessä tuotiin esille mikrotietokoneen toimintaa, rakennetta ja ohjelmarakenteita. Harjoituksissa käytetyn kontrollerin käskykanta [40] ja ominaisia ohjelmarakenteita esiteltiin sitä mukaan, kun niille tuli esimerkkiohjelmissa tarvetta.



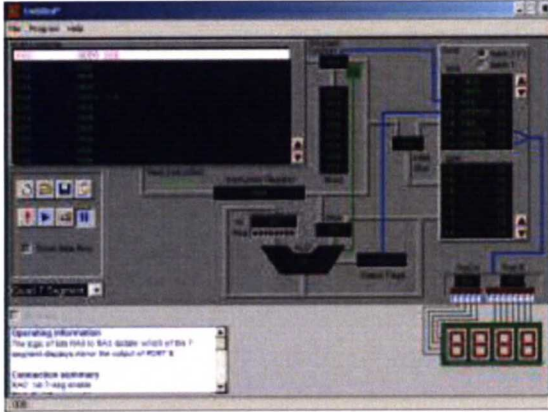
Kuva 25. Ohjelmoinnin perusrakenteet [27]

Esimerkkiohjelmat testattiin Virtual PICmicro simulaattoriohjelmalla, jolla voi konekielistä ohjelmaa ajettaessa seurata ohjelman toimintaa PIC:n sisäisessä rakenteessa [Kuva 26]. Alkutestauksen jälkeen opiskelijat tekivät omatoimisesti muutoksia ohjelmiin käskyjen toiminnan ymmärtämisen varmistukseksi.

Ohjelmissa tutkittiin ja muokattiin mm. PIC:n alustusta, I/O porttien käyttöä, viivettä, peräkkäis-, toisto- ja ehtorakennetta. Algoritmi-esimerkkinä oli taulukon käyttö lukumuunnoksessa.

Jotta omien ohjelmien testaus onnistuisi, harjoiteltiin ohjelmien kääntämistä ja PICkit2: ohjelmointilaitteen käyttöä valmiiden esimerkkiprojektien avulla (PICkit2 lessons [37]).

Esimerkkiprojektien konekieliset ohjelmakoodit käännettiin Microchip:n MPLAB IDE [35] kehitysympäristössä binääriseen -hex muotoon. Binäärinen konekielikoodi siirrettiin PIC-kontrollerin ohjelmamuistiin USB-väylään liitetyn PICKit2-ohjelmoitilaitteen avulla.



Kuva 26. PIC-simulaattori, Virtual PICmicro MCU [34]

Seuraavana harjoitustehtävänä oli Virtual PICmicro simulaattori-ohjelmassa muokattujen konekielisten ohjelmien muuttaminen demolevyllä olevalla PIC-kontrolleriin (16F690) sopiviksi. Muokatut ohjelmat käännettiin ja siirrettiin kontrollerin ohjelmamuistiin testaamista varten. Ohjelmat toimivat harvoin ensimmäisellä kerralla, joten normaalin ohjelmakehitystyön mukaisesti ohjelmakoodia muokattiin ja testattiin uudestaan kunnes toiminta vaikutti halutunlaiselta. Lopuksi demolevy ohjelmoituine kontrollereineen irrotettiin ohjelmointilaitteesta ja ohjelman toimintaa testattiin ulkoisen virtalähteen avulla. Näin konkretisoitiin opiskelijalle, että hänen tekemänsä ohjelma saa aikaan laitteen halutun toiminnan, eikä siihen tarvita apuna PC-ympäristöä.

## Integrointi

Opintojakson loppuvaiheessa suunniteltiin ja rakennettiin yksinkertainen sulautettu laite esimerkikykentöjä yhdistelemällä:

- Paristokäyttöinen sisääntuloilla ja ohjauskytkimillä varustettu kontrolleriohjattu yhden tai useamman 7-segmetin näyttö.

Suunnittelemastaan kytkentäkaaviosta kukin opiskelija teki Eagle -piirilevysuunnitteluohjelmalla [33] oman piirilevynsä, jolle kokosi kytkennän ja testasi toiminnan.

Tehty laite ohjelmoitiin konekielellä vaihteittain pulssilaskuriksi. Ohjelmilla testattiin samalla kytkennän toiminta. Ohjelmoinnin vaiheet olivat:

- 7-segmentti näyttöjen kaikki yksittäiset ledit syttyvät,



- johonkin 7-segmenttiin saadaan haluttu numero,
- haluttuihin 7-segmentteihin saadaan yhtä aikaa haluttuja numeroita,
- laite reagoi sisään tulon ja ohjauskytkimen tilanvaihtoon,
- laite laskee ja ”näyttää” binäärilukuina sisään tulopulssien määrä ja
- laite muuttaa binääriluvut näkymään kymmenjärjestelmän lukuina.

Tehdyn kytkennän toiminta riippuu täysin ohjelmoinnista mahdollistaen näin erilaisia laitetoteutuksia, mutta harjoituksessa toteutettiin digitaalielektroniikan opintojaksolla toteutetun pulssilaskurin toiminnallisuus, nyt kontrolleriohjattuna ohjelmallisesti peruspiirien sijaan. Samalla vertailtiin toteutustapojen etuja ja haittoja keskenään.

Aikaisempaa piirilevyvalmistuksen osaamista syvennettiin käyttämällä samoja ohjelmistoja ja työkaluja. Kaikissa mikrotietokonetekniikan opintojakson ohjelmointitehtävissä käytettiin konekieltä. Näin mikrotietokonetekniikan, digitaalielektroniikan, elektroniikkatuotannon, elektroniikkalaitteen rakentamisen ja ohjelmoinnin opintojaksot integroituivat toisiinsa ja osaksi elektroniikka-asentajan ammattikuvaa.

### Eriyttäminen

Valmiit ohjatut harjoitukset eivät olleet ainoa tapa edetä opinnoissa, vaan nopeammin ohjelmointiin sisälle pääseviä opiskelijoita kannustettiin kehittämään ja testaamaan muita ohjelmia: mm. Virtual PIC:n virtuaalilaitteiden ohjaamista: esimerkkinä neljän 7-segmenttinäytön ohjaus [Kuva 26]. Itseohjautuva opiskelija sai halutessaan toteuttaa muun kontrolleripohjaisen laitteen joko samalla 7-segmenttinäyttö-kytkennällä tai muulla itse suunnitteleamallaan tai koostamallaan. Pidemmälle edenneet opiskelijat toimivat tarvittaessa hitaammin etenevien apuopettajin, syventäen samalla omaa osaamistaan.

Osalla opiskelijoista tavoitteet asetettiin alemmaksi. Hyväksyttävälle osaamisen tasolle päästäkseen riitti, että sai esimerkkiohjelmat toimimaan opettajan tai opiskelijatoverin ohjaamana. Oma kytkeä ohjelmointiin ei tarvinnut saada toimivaksi asti.

### 5.10.3 Prosessorilaitteet 4 ov

Prosessorilaitteen opintojaksossa pääaiheita olivat sulautetun järjestelmän rakenne, yksinkertaisen sulautetun laitteen rakentaminen ja ohjelmointi C-kielillä.

### Oppimistavoitteet

Oppimistavoitteena oli ymmärtää yleisellä tasolla sulautetun järjestelmän ja kontrollerin toiminta ja rakenne sekä saada valmiuksia sulautettujen laitteiden valmistukseen, käyttöönottoon, huoltoon, vianhakuun, korjaukseen sekä laite- että ohjelmistotasolla opetussuunnitelman mukaisesti. Osaamistasotavoitteena on asentajatason osaaminen..

## Käytännön harjoitukset

Mikrotietokoneen ja kontrollerin perusrakenteet käsiteltiin lyhyesti mikrotietokonetekniikan opintojaksossa. Prosessorilaitteet -opintojaksossa laajennettiin tietämystä sulautettujen järjestelmien osalta. Opintojakson harjoituksissa käytettiin yksinkertaisempaa PIC 12F629 kontrolleria kuin aiemmin mikrotietokonetekniikan opintojaksolla käytetty PIC 16F 690. Tutkittiin näiden kontrollereiden eroja. Nopeahkon C-kielen perusteiden esittelyn jälkeen siirryttiin ohjelmointiin Hi-Tide C kehitysympäristössä [36]. (Hi-Tide ohjelmistoa ei enää päivitetä vaan valmistaja suosittelee siirtymistä uudempaan Hi-Tech C -kehitysympäristöön [41].

Ensimmäisessä harjoituskokonaisuudessa muokattiin vaihteittain C-kielistä esimerkkiohjelmaa [24], jolla demolevyn Led 1 vilkkuu. Samalla perehdyttiin C-kieliseen ohjelmointiin yleisesti sekä sulautetun laitteiden näkökulmasta.

Ohjelmointiharjoituksen vaiheet:

- Demolevyn kaikki neljä Lediä syttyy ohjauskytkintä painettaessa
- Ensimmäinen painallus sytyttää ja toinen painallus sammuttaa Ledit
- Ledit syttyvät vuorotellen automaattisesti, suunnanvaihto (vrt. ”ritari ässä”)
- Ledit syttyvät vuorotellen ohjauskytkintä painamalla
- Neljä erilaista vilkkumiskuviota jotka vaihtuvat ohjauskytkimellä

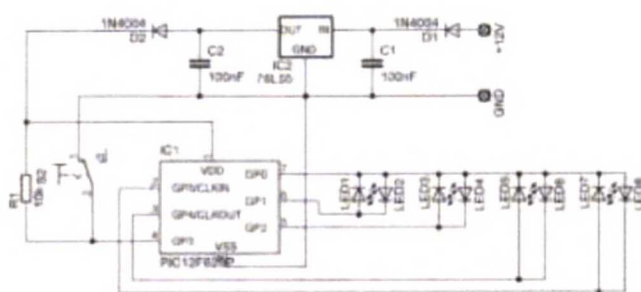
Kääntämisen jälkeen ohjelmat siirrettiin PICkit2 ohjelmointilaitteella demolevyllä olevaan PIC-kontrolleriin testattavaksi. Jotta PIC 12F629 toimisi, oli demolevyn kytkentää muokattava juotettuihin liitinrimoihin kytketyillä hyppylangoilla.

Ohjelmointiharjoitusten edetessä tutkittiin lisää sulautettujen järjestelmien toimintaa ja rakennetta. C kielen ohjelmarakenteita esiteltiin sitä mukaan, kun niille tuli esimerkkiohjelmissa tarvetta.

Toisessa harjoituskokonaisuudessa ohjelmoitiin vaihteittain elektroninen arpanoppa PIC 12F629 kontrollerin ympärille itse rakennettuun kytkentään

- Paristokäyttöinen ohjauskytkimellä varustettu kontrolleriohjattu kahdeksan Ledin elektroninen arpanoppa (Ledit aseteltu arpanoppakuviioon)

Annetusta kytkentäkaaviosta [Kuva 27] kukin opiskelija teki Eagle -piirilevysuunnitteluohjelmalla [33] oman piirilevynsä, jolle kokosi kytkennän ja testasi toiminnan.



Kuva 27. Elektroninen noppa PIC 12F629:llä

Tehty laite ohjelmoitiin vaiheittain nopaksi. Ohjelmilla testattiin samalla kytkennän toiminta. Ohjelmoinnin vaiheet olivat:

- Ledit syttyvät vuorotellen automaattisesti
- Ledit syttyvät vuorotellen ohjauskytkintä painamalla
- Lediryhmien vilkutus, vilkkumisnopeuden muuttaminen
- Ledit syttyvät vuorotellen automaattisesti, suunnanvaihto
- Vapaamuotoinen valo-ohjelma, joka muuttuu ohjauskytkimellä
- Ohjauskytkin käynnistää nopan joka näyttää lopuksi lukukuvion 1-6

Ledien sytyttäminen hallitusti oli vaikeahkoa PIC 12F629:n pienen I/O nastojen määrän (6kpl) aiheuttaman matriisikytkennän vuoksi [Kuva 27].

Viimeisessä harjoituskokonaisuudessa käytettiin mikrotietokone opintojaksolla tehtyä PIC:llä ohjattua 7-segmentti näyttöä. Laite ohjelmoitiin C-kielellä pulssilaskuriksi.

### Integrointi

Opintojaksoon integroitui laiterakennuksen ja ohjelmoinnin opintoja. Mukana oli integrointikokeilun yhdistävä tekijä, pulssilaskuri 7-segmentti näyttöineen, jota nyt muokattiin ohjelmallisesti. Laskuritoiminta toteutettiin C-kielellä. Laiterakennuksessa syvennettiin osaamista edelleen. Ohjelmointi opintojakson C-kieliosuus opiskeltiin kokonaisuudessaan prosessorilaitteet opintojakson aikana.

### Eriyttäminen

Valmiit ohjatut harjoitukset eivät olleet ainoa tapa edetä opinnoissa, vaan nopeammin ohjelmointiin sisälle pääseviä opiskelijoita kannustettiin kehittämään ja testaamaan omia ohjelmia. Nopeasti etenevä itseohjautuva opiskelija sai halutessaan toteuttaa muun kontrolleripohjaisen laitteen joko noppa-, 7-segmenttinäyttö- tai itse suunnittelemaansa kytkennällä. Pidemmälle edenneet opiskelijat toimivat tarvittaessa hitaammin etenevien apuopettajin, syventäen samalla omaa osaamistaan.



Osalla opiskelijoista tavoitteet asetettiin alemmaksi. Hyväksyttävälle osaamisen tasolle päästäkseen riitti, että sai esimerkkiohjelmat toimimaan opettajan tai opiskelijatoverin ohjaamana. Omaa kytkentää ohjelmiseen ei tarvinnut saada toimivaksi asti.

#### 5.10.4 Ohjelmointitekniikka 2ov

Ohjelmointi -opintojakson aika opeteltiin ohjelmoinnin peruskäsitteet ja periaatteet. Esimerkkeinä ohjelmointivälineistä käytettiin kone- ja C-kieltä ohjelmankehitysympäristöineen. Tehdyillä ohjelmilla ohjattiin toimivia mikrotietokonelaitteita.

#### Oppimistavoitteet

Opintojakson oppimistavoitteena oli ohjelmoinnin perusperiaatteiden ymmärtäminen, sekä saada valmiuksia mikrotietokonepohjaisten laitteiden käyttöönottoon, huoltoon, vianhakuun, korjaukseen liittyviin ohjelmointitehtäviin kone- ja C-kielillä opetussuunnitelman mukaisesti. Osaamistasotavoitteena on asentajatason osaaminen, joka tarjoaa tarvittaessa pohjan syvällisempään ohjelmoinnin opiskeluun.

#### Käytännön harjoitukset

Konekielisten ohjelmointitehtävien avulla harjoiteltiin ohjelmoinnin perusrakenteita. Samalla tutustuttiin mikrotietokoneen sisäiseen toimintaan. Varsinaisena ohjelmointityökaluna käytettiin C-kieltä. Saman pulssilaskurin ohjelmoinnin molemmilla kielillä haluttiin osoittavan mm. korkeammantason kielen paremman tuottavuuden ohjelmistonkehitystyössä.

#### Integrointi

Koko opintojakso integroitiin osaksi muita opintojaksoja, kuten opintojaksoon varatut tuntiresurssitkin. Ohjelmoinnin perusteet ja rakenteet konekielellä integroitiin osaksi Mikrotietokonetekniikan opintojaksoa ja C-kielinen ohjelmointi osaksi prosessorilaitteet opintojaksoa.

#### Eriyttäminen

Ohjatut harjoitukset eivät olleet ainoa tapa edetä, vaan nopeammin ohjelmointiin sisälle pääseviä opiskelijoita kannustettiin kehittämään ja testaamaan omia ohjelmia. Pidemmälle edenneet opiskelijat toimivat tarvittaessa hitaammin etenevien apuopettajin, syventäen samalla omaa osaamistaan.

Osalla opiskelijoista tavoitteet asetettiin alemmaksi. Hyväksyttävälle osaamisen tasolle päästäkseen riitti, että sai harjoitusohjelmat toimimaan opettajan tai opiskelijatoverin ohjaamana.

### 5.10.5 Elektroniikkatuotanto 3ov ja elektroniikkalaitteen rakentaminen 2 ov

Integroitukokeilussa elektroniikkatuotanto ja elektroniikkalaitteen rakentaminen -opintojaksot yhdistettiin toisistaan kokeilun alusta alkaen. Nastopoli-instituutin oppilaitoskohtaisessa opetussuunnitelmassa elektroniikkatuotanto kuului pakollisiin opintoihin, kun taas elektroniikkalaitteen rakentaminen kuului ammatillisiin valinnaisiin. Kokeiluun osallistuneiden ryhmien kanssa sovittiin elektroniikkalaitteen rakentamiseen opintojakson valitsemisen yhdeksi ammatillisista valinnaisopinnoista. Näin saatiin 2ov lisää aikaa integroitujen opintojen laitevalmistusosioille. Elektroniikkalaitteen rakentaminen -opintojakso on ollut suosittu valinnaisopinto normaalivalinnaisenakin käytännönläheisyytensä takia.

#### Oppimistavoitteet

Opintojakson oppimistavoite oli yksinkertaisen elektroniikkapiirilevyn valmistamisen, kokoamisen oheiskytkentöineen, testaamisen, korjaamisen, käyttöönnoton ja dokumentoinnin osaaminen osin tietokoneavusteisesti.

#### Käytännön harjoitukset

Piirilevynsuunnitteluohjelmaa apuna käyttäen valmistettiin piirilevyt harjoituksissa tarvittaville kytkennöille. Kytkennät koottiin toimiviksi.

Koko opintojakso integroitiin osaksi muita opintojaksoja, joissa opiskelijat valmistivat ja käyttivät seuraavia kytkentöjä:

- Pulssilaskuri kytkentä peruspiireillä (Digitaalielektroniikka)
- Ohjelmoitava 7-segmentinäyttö (Mikrotietokonetekniikka)
- Elektroninen noppa (Prossessorilaitteet)
- Valinnainen sulautettu laite, edistyneelle opiskelijalle

#### Eriyttäminen

Nopeasti etenevä itseohjautuva opiskelija sai halutessaan toteuttaa muun kontrolleripohjaisen laitteen itse suunnittelemalla ja valmistamalla. Pidemmälle edenneet opiskelijat toimivat tarvittaessa hitaammin etenevien apuopettajin, syventäen samalla omaa osaamistaan.

Osalla opiskelijoista tavoitteet asetettiin alemmaksi. Hyväksyttävälle osaamisen tasolle päästäkseen riitti, että piirilevyt sai tehtyä. Kytkennän toimivuutta ei vaadittu. Ohjelmointitehtävät testattiin silloin jonkun muun tekemällä, toimivaksi havaitulla kytkennällä.

#### 5.10.6 Opinnäytetyö 2 ov

Tutkintovaatimukseen kuului kahden opintoviikon laajuinen opintoja kokoava tai jonkin tutkinnon osa-alueen erityisosaamista osoittava opinnäytetyö. Vaikka puhtaasti kirjallinen työ oli sallittu, suositeltiin opiskelijoille käytännön osan sisältäviä opinnäytetöitä. Opinnäytetyö käsittää työosuuden lisäksi standardimuotoisen raportin kirjoittamisen.

Opintojakson oppimistavoitteena on suunnitelmallisuuden, kriittisen tiedonhaun, omatoimisen ja järjestelmällisen työskentelyn, sekä työn dokumentointi taitojen osoittaminen. Työllä opiskelija osoittaa osaamisensa päättötason. Opinnäytetyön arviointi ei ole suhteellista vaan arviointi on verrannollinen opiskelijan oman lähtötasoon, kehittymiseen ja opinnoissa etenemiseen.

Opinnäytetyö integroitui aina osaksi joitakin ammatillisia opintoja riippuen opinnäytetyön aiheesta ja oli usealla opiskelijalla osana integrointikokeilun opintojaksoja. Suosittuja opinnäytetyöaiheita olivat erilaisten elektroniikkalaitteiden rakentaminen.



## 6 Oppimistulokset

### 6.1 Tulosten analysointi

Oppimistulosten arviointi perustuu oppilasryhmän kvalitatiiviseen [42] päivittäisen työilmapiiriin, keskimääräisen opiskeluinnotkuuden tarkkailuun ja opintojaksojen päättöarviointiin. Lisäksi arvioinnin materiaalina ovat oppilaiden opintojaksoilla palauttavat tehtävät, niiden arvioinnit, oppilaiden kanssa opintojen edetessä käydyt keskustelut, opinnäytetyöt ja keskustelut kollega Erkki Kontiaisen kanssa sekä oma opetuksen edetessä muodostunut empiirinen käsitys.

Opintomenestystä pohditaan ryhmäkohtaisesti. Samalla tarkastellaan opintojen etenemistä ja osaamisen lopputasoa verrattuna lähtötilanteeseen.

Oppimistulosten mittaamiseen käytettiin seuraavaa normaaliin opetukseen ja arviointiin liittyvää materiaalia.

- Päiväkirjamerkinnot
- Opintoperiodien seurantalstat ja läsnäololstat
- Harjoitustöiden arvioinnit
- Koetulokset
- Opintojaksojen arvioinnit
- Opintokokonaisuuksien arvioinnit
- Opiskelijoiden jaksopalautteet
- Opiskelijoiden kanssa käydyt keskustelut
- Erkki Kontiaisen kanssa käydyt keskustelut

### 6.2 SAELN05RA

SAELN05RA ryhmä oli tutkituista ryhmistä motivoituneempi ja aktiivisempi opiskelun suhteen. Suuri osa ryhmän opiskelijoista eteni opinnoissaan omaehtoisesti ilman ylimääräistä ohjausta tai patistelua.

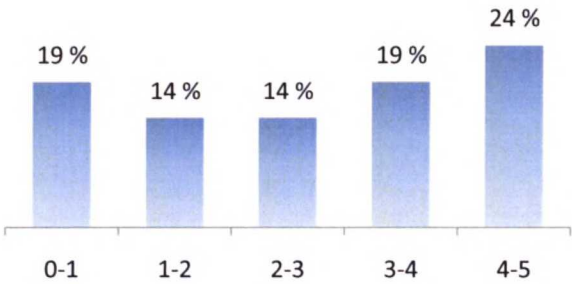
Tutkittu SAELN053RA ryhmä joutui hallinnollisten säästötoimenpiteiden kohteeksi toisen opiskeluvuoden kevätlukukaudella. Kaksi rinnakkaisryhmää yhdistettiin, ryhmät SAELN053RA ja SAELN051RA ryhmäksi SAELN05RA. Ryhmän koko kasvoi hetkellisesti yli 30 oppilaaseen. Ilmeisesti protestina yhdistämiselle ryhmän SAELN051RA opiskelijat lopettivat opiskelunsa yhtä lukuun ottamatta. Episodi ei tuntunut vaikuttaneen alkuperäiseen tutkittavaan ryhmään kuuluvien opiskelijoiden opiskeluun. Tässä työssä esitetyissä tilastoissa eivät yhdistetyn ryhmän opiskelijat näy kuin yhden ryhmän mukana edenneen ja valmistuneen osalta.

Taulukko 11. SAELN05RA -ryhmän tilastot

SAELN05RA		
Opiskelijoita yht.	21	
Valmistui 3 vuodessa	14	66,7 %
Valmistui 4 vuodessa	2	9,5 %
Valmistui yht.	16	76,2 %
Keskeytti 3 vuoden aikana	0	0,0 %
Keskeytti 4 vuoden aikana	5	23,8 %
Keskeytti yht.	5	23,8 %
Poissaolot II-vuosi	36,44	3,20 %
Poissaolot III-vuosi	95,11	8,34 %
Poissaolot keskim./vuosi	65,78	5,8 %
Tunnit /vuosi	1140	

Ryhmän opiskelijat olivat sosiaalisia ja ryhmässä vallitsi hyvä oppimiseen kannustava ilmapiiri. Suurin osa opiskelijoista sai harjoitukset tehtyä omatoimisesti ilman erityisempää ohjausta tai valvomista. Teoriaopinnoistakin selvittiin, vaikka opiskelijat kokivat ne vähäisestä määrästä huolimatta uuvuttaviksi.

Hyvä opiskelumotivaatio näkyi opintomenestyksessä. Opiskelijoista viisi (24%) ylitti integroitujen opintojen arvosanojen osalta keskiarvon H4. Keskiarvon H3-H4 saavutti neljä (19%)opiskelijaa. [Kuva 28]. Saavutetut absoluuttiset opetussuunnitelman tavoitteisiin verratut oppimistulokset olivat ryhmän osalta hyvät. Myös ryhmän suhteellista opintomenestystä verrattuna kunkin opiskelijan lähtötasoon voidaan pitää hyvänä.



Kuva 28. SAELN05RA integroitujen opintojaksojen arvosanojen keskiarvojen jakauma

Opetusmenetelmän vaikutusta opintomenestykseen ja motivaation voidaan numeeristen tulosten perusteella kuitenkin vain arvailla. Tosin lehtori Kontiaisen kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päädyttiin siihen tulokseen, että opintojen integrointi piti yllä

opinnoille otollista ilmapiiriä ja motivoi oppilaita aiempien ryhmien tekemiin harjoituksiin verrattuna parempiin suorituksiin.

6.3 SAELN06RA

Ryhmä SAELN06RA oli keskimääräistä oppilasryhmää passiivisempi suhtautumisessaan opiskeluun. Opiskelijoista yhdeksän (60%) luokiteltiin erityisoppilaiksi. Ilman jatkuvaa ohjausta ryhmän mielenkiinto suuntautui muihin, opiskeluun kuulumattomiin toimintoihin, kuten verkosta löydettyihin videoihin, peleihin tms. Näihin puuhiin kului paljon opiskeluaikaa suurimmalla osalla ryhmän opiskelijoista. Tämä näkyi opintomenestyksessä. Poissaoloja oli paljon ja normaalitahtiin valmistuneiden määrä pieni [Taulukko 11]. Ohjauksessa ja tarkkailun alaisina harjoitustöitä saatiin kuitenkin tehtyä. Osalla ei auttanut sekään. Muut puuhat jatkuivat kehotuksista ja vieressä seisomisesta huolimatta. Teoriaopinnot sujuivat tahmeasti suurimmalla osalla ryhmää.

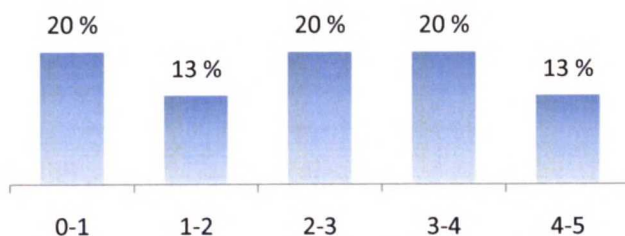
Taulukko 12. SAELN06RA -ryhmän tilastot

SAELN06RA		
Opiskelijoita yht.	15	
Valmistui 3 vuodessa	7	46,7 %
Valmistui 4 vuodessa*	1	6,7 %
Valmistui yht.	8	53,3 %
Keskeytti 3 vuoden aikana	2	13,3 %
Keskeytti 4 vuoden aikana	0	0,0 %
Keskeytti yht.	2	13,3 %
Jatkaa edelleen *	5	33,3 %
Poissaolot II-vuosi	85,2	7,47 %
Poissaolot III-vuosi	159,2	13,96 %
Poissaolot keskim./vuosi	122,2	10,7 %
Tunnit /vuosi	1140	

\* neljäs opintovuosi on meneillään tätä kirjoitettaessa

Opiskelijat olivat sosiaalisia ja luokassa vallitsi hyvä ilmapiiri. Opiskelijat myönsivät yhteisissä ja kaksinkeskisissä keskusteluissa opiskelunsa ongelmat, mutta eivät ohjauksesta huolimatta pystyneet suuntaansa juurikaan muuttamaan. Hyviä opintosuorituksiakin löytyi. Integroitujen opintojen arvosanojen keskiarvo saavutti viidellä opiskelijalla (33 %) arvosanan H3 ja kahdella (23 %) keskiarvo ylitti H4 rajan. Lopuilla arvosanojen keskiarvo jäi alle H3:n. [Kuva 29] Saavutetut absoluuttiset oppimistulokset opetussuunnitelma tavoitteisiin verrattuna olivat ryhmän osalta kohtuulliset. Suhteellista opintomenestystä voidaan pitää opiskelijoiden lähtötasoon verrattuna kohtalaisena.





Kuva 29. SAELN06RA integroitujen opintojaksojen arvosanojen keskiarvojen jakauma.

Opetusmenetelmän vaikutusta opintomenestykseen ja motivaation ei voida tämän tutkimuksen perusteella tyhjentävästi todentaa. Lehtori Kontiaisen kanssa käydyissä keskusteluissa pohdittiin, kuinka ryhmä olisi edennyt perinteisillä menetelmillä. Yksimielisesti oltiin sitä mieltä, että integroitu opetus sopii hyvin tämänkaltaisen heikon opiskelumotivaation omaavan ryhmän kanssa käytettäväksi menetelmäksi. Oppimistulokset olivat kohtuullisia ja opettajien työtaakan koettiin kohtuullistuneen tämän ryhmän osalta opetuksen integroinnin ja työpainotteisuuden vaikutuksesta.

#### 6.4 Ryhmädynamiikan vaikutus

Ryhmädynamiikan vaikutus oppimismotivaatioon ja oppimistuloksiin oli ilmeinen. SAELN05RA ryhmässä ryhmän vaikutus selkeästi paransi tuloksia, kun taas SAELN06RA ryhmässä ryhmän vaikutus heikensi tuloksia. Ryhmien johtohahmot vetivät muita ryhmän jäseniä mukaansa. Johtohahmojen suhtautumien opiskeluun vaikutti koko ryhmään ja tätä kautta myös opettajiin. Vaikka ryhmät olivat yhtä sosiaalisia ja mukavia, uuvutti passiivinen SAEL05RA opettajia selvästi enemmän ja laski opettajan työpanosta, vaikka tarve olisi ollut päinvastainen. Ryhmien johtohahmojen toiminta ei kuitenkaan vaikuttanut opettajan näkökulmasta tietoiselta manipuloinnilta. Passiiviseen suuntaan vetäneet johtohahmot eivät selkeästi nousseet esiin. Olisiko niin, että ryhmän passivoiva vaikutus syntyy helpommin kuin aktivoiva?

#### 6.5 Tulosten luotettavuus

Lopputyön aikarajan lähestyessä en saanut tanakkaa tutkimusotetta laajahkoon oppilaiden oppimistuloksiin liittyvään materiaaliin. Oppimistulokset osio jäi näin jonkin verran vaillinaiseksi. Oppimistulokset perustuvat pitkälti omaan opetuksen edetessä muodostuneeseen näkemykseeni.

Ennen opetuskokeilun alkamista ei tarpeeksi suunniteltu oppimistulosten analysointiin tarvittavan tiedon keruuta. Suunnitteluvaiheessa luotettiin normaalin opintojen etenemiseen liittyvän materiaalin riittävän. Tutkimuksen edetessä analyysivaiheeseen, todettiin kuitenkin, ettei kerätyn materiaalin perusteella saada luotettavia päätelmiä oppimismenetelmän vaikutuksesta oppimistuloksiin tai oppimismotivaatioon. Kokeilun

edetessä olisi pitänyt esimerkiksi kyselytutkimuksilla luodata oppilailta tutkimuksen kohteita.

Oppimismenetelmän vaikutuksen toteamista vaikeutti se, että tutkittavia ryhmiä opetti koko tutkittavan ajan kaikissa ammatillisissa aineissa samat opettajat samoilla tutkittavilla oppimismenetelmillä. Näin samassa ryhmässä ei syntynyt eri oppimismenetelmien vertailumateriaalia. Oppimistulosten ja motivaation vertaamiseksi olisi ollut hyvä tehdä vertailua aiempia oppimismenetelmiä käyttäneiden ryhmien kanssa, joista olisi pitänyt kerätä samankaltaista aineistoa vertailua varten.

Myös opettajien henkilökohtaisten ominaisuuksien vaikutus tuloksiin jäi mittaamatta. Oliko oppimismotivaation ja oppimistulosten takana oppimismenetelmä, opettajien henkilökohtaiset ominaisuudet vai jotkut muut seikat, jäi todentamatta tutkimuksessa.

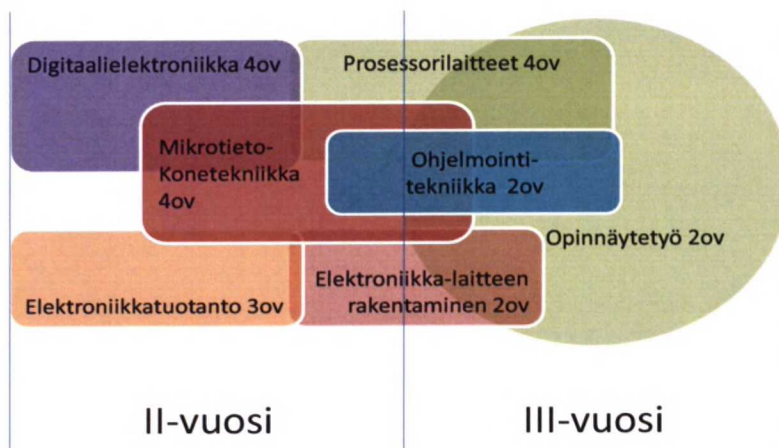
Toisaalta ryhmien ja opiskelijoiden välinen vertailu oppimismotivaation ja oppimistulosten osalta sotii muodostunutta oppimiskäsitystäni vastaan, jonka mukaan opiskelijan oppimismotivaatiota ja oppimistuloksia voi verrata vain häneen itseensä. Tutkitunkaltaisissa heterogeenisissä oppilasryhmissä kunkin opiskelijan henkilökohtaisten ominaisuuksien vaikutus korostuu entisestään.

Yksi luotettavuusongelma oli objektiivisen tarkkailun puute. Osallistuva tutkija on liian lähellä ja kiinni asiassa sekä todennäköisesti innostunut toteutuksesta. Tällaisessa luokanopettaja -tyylisessä toteutuksessa oppilaskontaktit ovat kokonaisvaltaisia: käytännössä opettaja on samojen oppilaiden kanssa kaksi lukuvuotta keskimärin 6,5 tuntia päivässä.

## 7 Yhteenveto

### 7.1 Yhteenveto tehdystä työstä

Työssä haettiin keinoja oppimistulosten ja opiskelumotivaation parantamiseen mikrotietokonetekniikan opetuksessa sähköalalla nuorisosaasteen ammatillisessa toisen asteen koulutuksessa. Teoriataustan perusteella kokeiltiin työpainotteista ammatillisia opintojaksoja integroivaa opetusta. Opetuskokeilu toteutettiin Nastopoli-instituutissa Nastolassa kahdella elektroniikka-asentajan ammattiin opiskelevalla ryhmällä vuosina 2006–2009.



Kuva 30. Integroidut opinnot

Jotta opetuskokeilu olisi ajanmukainen, paneuduttiin taustaselvityksessä kasvatustieteen näkemyksiin oppimisesta ja opetuksesta. Opetuksen sisältö ja tavoitteet varmistettiin perehtymällä ammattialakohtaisiin Opetushallituksen säädöksiin ja Nastopoli-instituutin oppilaitoskohtaiseen sähköalan perustutkinnon opetussuunnitelmaan. Työpainotteinen opetus toteutettiin kahden ammatillisen opettajan, ammatillisten aineiden lehtorien Erkki Kontiainen ja minun, voimin integroimalla erillisiä aihealueeltaan toisiinsa liittyviä opintojaksoja yhteen. Näin integroitu 21 opintoviikon opintokokonaisuus muodostettiin kuudesta ammatillisesta opintojaksosta:

- |                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| • Mikrotietokonetekniikka            | 4 ov |
| • Proessorilaitteet                  | 4 ov |
| • Ohjelmointitekniikka               | 2 ov |
| • Elektroniikkatuotanto              | 3 ov |
| • Elektroniikkalaitteen rakentaminen | 2 ov |
| • Digitaalielektroniikka             | 4 ov |
| • Opinnäytetyö                       | 2 ov |



Opetuskokeilun edetessä tutkimusaineistoa vahvistettiin Suomen ammatillisten oppilaitosten sähköalan opettajille suunnatulla kyselyllä mikrotietokonetekniikan opetuksesta ja opintojaksojen integroinnista opetuksessa [22].

## 7.2 Asetettujen tavoitteiden toteutuminen

Työ onnistui hyvin. Integrointi todettiin toimivaksi opetusmenetelmäksi. Opiskelijoista suurin osa valmistui elektroniikka-asentajiksi riittävin tiedoin ja taidoin myös opetuskokeiluun kuuluneiden opintojaksojen osalta. Käytännönläheiset oppimisprojektit motivoivat opiskelijoita ja oppimistulokset olivat hyviä. Aiemmin eri oppiaineisiin sijoitettu ammatilliset asiat hallittiin keskimääräistä paremmin opetuksen integroinnin kautta. Samalla perusteella voidaan olettaa opiskelijoiden ammatinkuvan olevan vahvempi kuin perinteisillä opetusmenetelmillä syntyneen. Opetuskokeiluun osallistuneet opettajat kokivat työmotivaationsa ja -innokkuutensa nousseen. Tämä vaikutti osaltaan parantavasti opiskelijoitte opintomotivaation ja -menestykseen.

Opetuskokeilua tukevalla mikrotietokonetekniikan ammatillisille opettajille suunnatulla kyselytutkimuksella löydettiin vastaukset asetettuihin kysymyksiin. Kyselystä ei ollut täysin toivottua tukea opetuskokeilun toteuttamisessa, koska vastausten perusteella ei löytynyt uusia oppimateriaaleja tai ammatillisten aineiden integrointi-ideoita. Vastauksissa mainitut nimikkeet olivat jo opetuskokeilun tekijöiden tiedossa.

Vastaukset toivat kuitenkin henkistä tukea opetuskokeilun läpiviemiseen ja uskoa integroinnin toimivuuteen opetusmenetelmänä. Oli rohkaisevaa tietää muidenkin painivan opetuksen integroinnin parissa ja kokevan sen hyödylliseksi opetustyössään.

Vastausten perusteella Suomen ammatillisissa oppilaitoksissa sähköalan käytetään mikrotietokonetekniikan opetukseen pääsääntöisesti kahden toimittajan, Tietomyrsky Oy:n ja Mikrosalo Oy:n Atmel:n Avr-kontrollereihin perustuvia opetusmateriaalikokonaisuuksia. Tietomyrsky Oy [47] tarjoaa edelleen alan koulutusta, oppikirjaa ja C-kääntäjää, mutta ei enää myy mikrotietokonetekniikkaan liittyviä komponentteja eikä rakennussarjoja, vaan Tietopetri Oy [48] jatkaa tätä toimintaa. Mikrosalo Oy lopetti kaupallisen toimintansa 6.5.09 taloudellisesti kannattamattomana [46], mutta oppikirjaa on edelleen saatavana. Varsinaisia opetusohjelmia edustivat harvalukuisesti Matrix Multimedian tuotteet.

Oppikirjoina käytettiin pääasiassa edellä mainittujen toimittajien oppikirjoja, Koskinen, Mikrotietokonetekniikka - Sulautetut järjestelmät [25] ja Vahtera; Mikro-ohjaimen ohjelmointi C-kielellä [27]. Molemmat kirjat ovat edelleen myynnissä ja Vahteran kirjan saa lisäksi ilmaiseksi sähköisessä muodossa [27].

Sähköisenä oppimateriaalina käytettiin enimmäkseen laite- ja ohjelmistovalmistajien ja toimittajien verkkosivuja. Varsinaista verkkopohjaista opetussivustoa ei ollut kenenkään käytössä. Vastausten perusteella sähköalan perustutkinnon opetuksessa on tavanomaista integroida mikrotietokonetekniikkaa muihin ammatillisiin opintojaksoihin.

Kyselyllä ei saatu tietoa integroidun opetuksen toteuttamistavoista, ainoastaan toisiinsa integroitujen opintojaksojen nimiä. Vastauksista oli vaikea päätellä, oliko toteutuksissa integroitu kerralla yhteen useampia opintojaksoja kuin kaksi. Opiskelijoiden mikrotietokonetekniikan opiskelumotivaatio on vastaajien mielestä hyvä, lähes erinomainen. Oppimistulokset olivat sen sijaan keskitasoa. Elektroniikka-asentajien kohdalla vastaajat olivat lähes yksimielisiä mikrotietokonetekniikan opetuksen tarpeellisuudesta. Muissa sähköalan perustutkinnoissa ei mikrotietokonetekniikan osaamista pidetty niin tärkeänä.

### 7.3 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Työllä haettiin vastauksia kahteen tutkimuskysymykseen ja taustatiedoista muodostetun hypoteesin testaamiseen:

Tutkimuskysymys 1:

Kuinka toteuttaa mikrotietokonetekniikan opetus ammatillisen nuorisoasteen sähköalanperustutkintoon johtavassa koulutuksessa nykyisen valtakunnallisen opetussuunnitelmanperusteiden mukaisesti, niin että opiskelijat motivoituvat opiskelemaan ja oppivat riittävästi?

Työn perusteella voidaan todeta, ettei ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ole yhtä vastausta. Opetuksen voi toteuttaa monella tapaa asetetut ehdot täyttäen. Opetukseen ja kasvatukseen ei ole olemassa tekniikan alueella tyypillisiä selkeitä yksittäisratkaisuja. Jokainen oppija on yksilö omanlaisine taustoineen ja tavoitteineen. Mikä sopii toiselle, ei käy toiselle lainkaan. Opetusmenetelmä ja oppimismenetelmä ovat aina kompromissi. Onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä on paljon, kuten taloudelliset resurssit, opiskelijan ominaisuudet, opettajan ominaisuudet, ja opittava asia, muutama mainitakseni. Voidaan tietysti kuvitella ideaalitapauksia, joissa kaikki palaset lokahtaisivat kohdalleen.

Tämän työn perusteella voidaan kuitenkin esittää kokeiltua integroivaa opetusta hyvänä vaihtoehtona tutkimuskysymyksen ratkaisuksi. Integroivaa opetusmenetelmää käyttämällä voidaan toteuttaa opetussuunnitelman tavoitteet, lisätä opiskelijoiden opiskelumotivaatiota ja saavuttaa riittävä osaamistaso. Lisävahvistusta ja perusteluita tehtyyn johtopäätökseen tuo myös toisen tutkimuskysymyksen pohdinta.

Tämän työn perusteella voidaan todeta, että kokeiltu oppilaslähtöinen ammatillisten aineiden integroitu opetus on erinomainen ratkaisu tämän hetkiseen tilanteeseen Suomen ammatillisissa oppilaitoksissa. Toteutetussa muodossaan menetelmä soveltui hyvin kokeiluryhmien oppilasainekselle. Opiskelijoista suurin osa motivoitui opiskelemaan suhteellisen vaikeaa oppiainetta ja koki onnistuneita oppimistapahtumia. Opiskelu ei heistä vaikuttanut opiskelulta vaan enemmänkin harrastustoiminnalta. Heille mikrotietokonetekniikan oppiminen realisoitui käytännön työnä, jossa ei tarvittu juurikaan ”tylsää” teoriaopetusta. Tehdyt harjoitukset olivat aitojen työtehtävien kaltaisia. Kaikki mikrotietokonetekniikan opintojakson hyväksytysti suorittaneet opiskelijat olivat itse suunnitelleet, rakentaneet ja ohjelmoineet yksinkertaisen



mikrotietokonepohjaisen sulautetun laitteen. Apua ja ohjausta he olivat tarvinneet vaihtelevin määrin.

Opiskelijoiden saavuttamaa käytännön osaamistasoa voidaan pitää opetussuunnitelman tavoitteisiin ja työelämän tarpeisiin nähden vähintään riittävänä, jollei jopa hyvänä. Yksityiskohtaisen teorian tiedon osaamistasoa voidaan kuitenkin epäillä. Kuinka tarkkaan opiskelijat tunsivat opintojakson jälkeen opetussuunnitelman perusteissa mainittuja yksityiskohtaisia tietoja, kuten esimerkiksi väyläohjaimen, osoitekooderin tai lukkopiirin toiminnot tai sovelluskytkennät? On myönnettävä, että paljon tämän kaltaista opetussuunnitelman määrittelemää tietoa ja osaamista jäi läpikäymättä toteutuneiden opintojen aikana. Mutta olen kuitenkin vahvasti sitä mieltä että hyvä elektroniikka-asentaja on enemmän rohkeasti toimeen tarttuvat käytännön osaaja, joka tietää osaamisensa rajat, kuin nippelitiedon hallitseva teoreetikko. Taustatietojen ja teorioiden osaaminen on toki hyödyllistä. Erinomainen asentaja hallitse käytännön lisäksi käytäntöön liittyvät teoriat. Myös jatko-opiskelumahdollisuudet parantuvat teoriaosaamisen myötä.

Tutkimuskysymys 2:

Saavutetaanko ammatillisten aineiden opetusta integroimalla parempi oppimismotivaatio ja oppimistulos, kuin perinteisillä menetelmillä?

Hypoteesi:

Ammatillisten kokonaisuuksien käytännönläheinen opiskelu motivoi opiskelijoita enemmän ja aikaansaa parempia oppimistuloksia, kuin askel askeleelta etenevä ohjattu teoria + harjoitukset -opiskelu.

Vaikkei vertailututkimusta tehtykään, oli työn tulos selkeä opettajan näkökulmasta katsottuna. Ammattiaineiden integrointi ja opetuksen työpainotteisuus ovat ehdottomasti parempia menetelmiä nykyisen oppilasaineksen opettamiseen ammatillisessa koulutuksessa perinteisiin erillisiin opintojaksoihin verrattuna. Suurin osa opiskelijoista tulee ammatilliseen oppilaitokseen opettelemaan työn tekemistä, ei teorioita. Monet sähköalan ammatilliset opiskelijat sanovat, että olisivat menneet lukioon, jos teoriaopinnot kiinnostaisivat.

Päädyn johtopäätökseen, että hypoteesi pitää paikkansa paremman opiskelumotivaation osalta ja tätä kautta saadaan aikaiseksi parempia oppimistuloksia, kuin perinteisillä menetelmillä. Testatulla menetelmällä oppineet opiskelijat omaavat varmasti myös paremmat työelämävalmiudet. Mutta jos oppimistulosten kriteeriksi asetetaan teorian tiedon osaaminen, voidaan olla toista mieltä, varsinkin jos osaamista mitataan perinteisillä kokeilla ja harjoitustehtävillä. Ammattikorkeakoulussa jatkava opiskelija saattaa olla suurissa vaikeuksissa eteen tulevien teoriaopintojen parissa, vaikka olisikin menestynyt erinomaisesti työpainotteisissa ammatillisen oppilaitoksen opinnoissa, mutta teoriaopinnot ovat jääneet vajavaisiksi.



## 7.4 Tutkimuksen luotettavuus

Vaikka tutkimus monelta osalta täyttää validius ja reliabiliteetti vaatimukset on syytä kriittisesti pohtia luotettavuuden ongelmakohtia. Kokeiluryhmien oppimismotivaatio ja tulokset olivat hyviä, mutta tutkimuksen perusteella on vaikea sanoa vedenpitävästi olivatko syynä kokeiltu opetusmenetelmä, aiemmat opinnot, kiinnostus opettavaan ammattialaan, opettajat vai jotkut muut syyt.

Oppimistulosten arviointi oli ennakoitua vaikeampaa: Opetusmenetelmän vaikutusten mittaaminen oli hankalaa, koska eri oppilaiden ja ryhmien opintomenestyksen vertaamiseen ei etsitty etukäteen luotettavia mittareita ja opiskelija-aineksen heterogeenisyyden vuoksi. Normaali opintomenestyksestä kerättävä aineisto opintoseuraintoineen ei luonut mielestäni riittävää tutkimusaineistoa. Aineiston vaillinaisuus johtui suurelta osin siitä, ettei opintomenestyksen tutkimusmenetelmiin paneuduttu riittävästi etukäteen, jolloin mittauskohteet, -tavat ja kerättävä lisäaineisto jäivät määrittelemättä. Seurauksena oli, että oppimistulosten analysointimenetelmät jouduttiin määrittelemään jälkikäteen tutkimusraportin kirjoitusvaiheessa ja oli tyytyminen saatuun tutkimuksen kannalta vaillinaiseksi osoittautuneeseen aineistoon.

Tulosten analyysin luotettavuus kärsii tutkijan liiallisesta subjektiivisuudesta. Osallistuva tutkija on helposti omien mielipiteidensä vanki. Ulkopuolisena pysyttelevä tutkija pystyy helpommin objektiiviseen analyysiin. Nämä ongelmat ovat nähtävissä tässä työssä. Ulkopuolisen tarkkailijan näkemys ja analyysi olisi työn tekijän näkemyksen lisäksi parantanut tulosten luotettavuutta.

Tekijän vähäinen tutkimuskokemus näkyy työn tutkimusotteessa. Kokeneempi tutkija olisi etukäteen osannut paremmin määritellä tutkimuskohteen rajauksen, käytettävät tiedonkeruumenetelmät sekä tulosten analyysitavat. Kirjallinen taustatyö olisi hänellä toiminut paremmin työn pohjana. Tässä työssä käytännönosuuks ei tukeudu parhaalla tavalla teoriataustoihin, vaan on liiallisesti tekijänsä omien mielipiteiden muokkaama objektiivisen tieteellisen tarkkailun sijasta.

Vähäinen tutkimuskokemus aiheutti vajavaisuutta suunnitelmallisuudessa. Tutkimustavoite hahmottui aidosti vasta työn kirjoitusvaiheessa, ei kirjallisessa eikä empiirisessä vaiheessa. Olisi parempi, että tutkimussuunnitelma tehtäisiin aidosti etukäteen. Olisiko niin, ettei kvalitatiivinen tutkimusnäkökulma helposti kotiudu insinöörin ajattelumalliin, vaan tarve selkeisiin kvantitatiivisiin tuloksiin korostuu.

## 7.5 Jatkokehitys

Omalta kohdaltani aion jatkossa kehittää tässä työssä aloitettua opetuksen integrointia eteenpäin, muita opetusmenetelmiä unohtamatta. Tällä hetkellä näyttää siltä että integrointia kannattaa kokeilla myös muiden ammatillisten opintojaksojen kesken. Ehkä suurin haaste on yleisaineiden integroinnin toteuttaminen. Monet yleisaineet ovat opiskelijoiden opiskelumotivaation ja -menestyksen kannalta katsottuna oleellisesti ammattiaineita huonommassa asemassa. Niiden kohdalla näkisin integroinnin ammatillisiin aineisiin erittäin tärkeänä. Valitettavasti moduulijärjestelmän mukanaan

tuomat lukujärjestystekniset ratkaisut ovat osaltaan vaikeuttaneet yleisaineiden ja ammatillisten opintojen integrointia. Monessa oppilaitoksessa yleisaineet muodostavat omat yleisaineperiodinsa, opintojakson, jossa ei ole ollenkaan ammatillisia opintoja. Näin yleisaineiden opettajat ja ammatilliset opettajat eivät juurikaan tapaa töiden merkeissä. Mielestäni järjestelyllä irrotetaan yleisaineita entistä kauemmaksi ammatillisista opinnoista, sen sijaan että luotaisiin pohjaa integroinnille.

Toivottavasti työni tuo muille ammatillisen opetuksen parissa työskenteleville intoa kokeilla ja tutkia integrointia ja muita itselleen uusia opetusmenetelmiä. Jatkotutkimuksen aiheina voisivat olla esimerkiksi kahden rinnakkaisryhmän oppimisen vertailu perinteisellä menetelmällä ja integroidusti opettamalla. Myös muita oppijälhtöisiä oppimismenetelmiä on syytä kokeilla ja tutkia.

Kyselytutkimus toi esille tarpeen yhteistyöstä eri oppilaitosten samojen opetusalojen välillä. Miten aitoa päivittäistä vuorovaikutusta saadaan aikaan? Nyt samoja asioita pohditaan eri oppilaitoksien eri toimipisteissä, eivätkä saadut tulokset kohtaa. Yhteistyö perustuu pitkälti opettajien omaehtoiseen harrastuneisuuteen.

## 7.6 Loppusanat

Oppimisympäristön pitää olla nykyaikainen ja kehittyvä pysyäkseen käyttökelpoisena myös tulevaisuudessa. Kokemus on osoittanut, että käyttöön otettuja opetusratkaisuja kehitetään, mutta niiden vaihtaminen toisiin on vaikeaa sekä taloudellisista syistä että aikapulasta johtuen. Ehkä muutosvastarinnalla on oma osuutensa. Opiskeltaessa perusteita asentajatasoiselle osaamiselle, on tekniikan oltava riittävän yksinkertaista ja yleistettävää sallien helpon siirtymisen muihin vastaaviin ympäristöihin.

Jotta opintojaksokohtaisen uusien toteutuksien käyttöönotto on helppoa ja todennäköistä, pitää huomioida opettajien olemassa oleva osaaminen ja jo käytössä olevat laitteet. Uuteen siirtyminen ei saa muodostaa liian suurta kynnystä.

Muutoksiin opiskelijan oppimismotivaatiossa ja oppimistuloksissa vaikuttavat mielestäni eniten opettajan henkilökohtaiset ominaisuudet, kuten empatiakyky, innostuneisuus, työmotivaatio, innovatiivisuus, karisma sekä auktoriteetti. Opettajan ammatillisen osaamisen minimimääräksi riittävät oman oppiaineensa perusteiden tunteminen ja kohtuullinen kokonaisnäkemys opetettavasta ammattialasta. Tarvittaessa opettajan oppiaineen sisällön osaamista voi ja pitää laajentaa opiskelijoiden kanssa yhdessä oppimalla. Oppimisessa on kuitenkin pohjimmiltaan kysymys ajattelumallien muodostumisesta ja näiden mallien sekä kädentaitojen yhdistämisestä ja kehittämisestä. Opiskelijan on saatava oikean suuntainen ammatillinen itseluottamus omaan osaamiseensa ja oppimiskykyynsä. Ammatinopettaja toimii näiden ominaisuuksien ja ammatillaisen mallina opiskelijalle.

Kokeilu lisäsi meidän osallistuvien opettajien työskentelymotivaatiota, osin peilivaikutuksena oppilaiden innostuksen seurauksena, osin oman onnistumisen tunteen kautta. Samalla se motivoi ja innosti meitä opettajia opiskelemaan. Mm. PIC-

kontrolleri, VirtualPIC, PICkit2-demoalusta MPLAB-IDE ja HiTide ohjelmointi ympäristöt, Eagle-suunniteluohjelma, olivat meille uusia tuttavuuksia ennen kokeilua.

Oman työmotivaationi kannalta on erittäin tärkeää seurata jatkossakin kasvatustieteen tuulia ja rohkeasti kokeilla erilaisia opetus- ja oppimismenetelmiä ja näin hidastaa kalkkeutumista.



## LÄHTEET

- [1] Lehtinen, E. (toim.). *Verkkopedagogiikka*, Edita, Helsinki, 1997.
- [2] OPH. *Ammatillisen peruskoulutuksen opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteet, sähköalan perustutkinto*. Opetushallitus, 2000.
- [3] EK. *Teollisuuden päätoimialojen kehitys 1990-2008*, Elinkeinoelämän keskusliitto, 2009. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [http://www.ek.fi/www/fi/talous/tietoa\\_Suomen\\_taloudesta/kuvat/tal19.pdf](http://www.ek.fi/www/fi/talous/tietoa_Suomen_taloudesta/kuvat/tal19.pdf).
- [4] Engeström, Y. *Perustietoa opetuksesta*. 2. - 8.p. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 1992.
- [5] Helakorpi, S. *Ammattikasvatus, filosofisia ja koulutuspoliittisia perusteita*. 2.p. Ammatillinen opettajakorkeakoulu, opetusmonisteita, Hämeenlinna, 1991.
- [6] Suonperä, M. *Opettamiskäsitys*. Educons oy, Hämeenlinna, 1992.
- [7] Matikainen, J. *Vuorovaikutus verkossa*. Yliopistopaino, Helsinki, 2001.
- [8] Ekola, J. (toim.). *Johdatusta ammattikorkeakoulu pedagogiikkaan*. WSOY, Juva, 1991.
- [9] Takala, T. Tarkoma, E. (toim.) *Ammatillinen äidinkieli ja integrointi*. Äidinkielen opettajain liitto, Helsinki, 2004. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: <http://elektra.helsinki.fi/se/v/0042-6806/111/3/amatill.pdf>.
- [10] Aaltonen, K. *Pedagogisen ajattelun ja toiminnan suhde*. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja 89. Joensuu, 2003. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_952-458-322-4/urn\\_isbn\\_952-458-322-4.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_952-458-322-4/urn_isbn_952-458-322-4.pdf).
- [11] Räsänen, J. *Työvalmennus. Opetus ja oppiminen käännekohdassa*. WSOY, Porvoo, 1994.
- [12] Ahola, S. Kivelä, S. Nieminen, M. *Tekemällä oppii. Työssä oppimisen käytäntöjä ammattikorkeakouluissa*. Koulutussosiologian tutkimuskeskus. Turun yliopisto, Turku, 2005.
- [13] Dewey, J. *Koulu ja yhteiskunta*. Otava, Helsinki, 1957.

- [14] Dewey, J. *The school and society*, 1915. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [http://books.google.com/books?id=4VaC7rPtt1UC&printsec=frontcover&dq=Dewey+The+school+and+society&source=bl&ots=3HGBIsnOg5&sig=7caX7g0BR\\_33LbUbOKjVy7\\_2SgA&hl=fi&ei=lquLS\\_mSJZTI-QaVmamzDg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CAYQ6AEwAA#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com/books?id=4VaC7rPtt1UC&printsec=frontcover&dq=Dewey+The+school+and+society&source=bl&ots=3HGBIsnOg5&sig=7caX7g0BR_33LbUbOKjVy7_2SgA&hl=fi&ei=lquLS_mSJZTI-QaVmamzDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CAYQ6AEwAA#v=onepage&q=&f=false).
- [15] Heikkilä, K. *Työssä oppiminen yksilön lähtökohtien ja oppimisympäristöjen välisenä vuorovaikutuksena*. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopisto, kasvatustieteen laitos, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere, 2006. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-6558-X.pdf>.
- [16] Rajander, T. *Opetuksen integraatio, kehittämishankeraportti*. JAMK, Jyväskylä, 2008. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/50001/jamk\\_1234953804\\_3.pdf](https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/50001/jamk_1234953804_3.pdf).
- [17] 85/368/ETY Neuvoston päätös, 16.7.198., Euroopan yhteisön jäsenvaltioiden ammatillisen koulutuksen todistusten vastaavuudesta. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [http://eur-lex.europa.eu/fi/dossier/dossier\\_31.htm](http://eur-lex.europa.eu/fi/dossier/dossier_31.htm).
- [18] OPH. *Tieto- ja tietoliikennetekniikan perustutkinto 2009 sähköalan perustutkinto, Ammatillisen perustutkinnon perusteet*. Opetushallitus, Oy Fram Ab, Vaasa, 2009. ISBN 978-952-13-3993-6 (nid.), ISBN 978-952-13-3994-3 (pdf).
- [19] OPH. *Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009 sähköalan perustutkinto, Ammatillisen perustutkinnon perusteet*. Opetushallitus, Oy Fram Ab, Vaasa, 2009. ISBN 978-952-13-3995-0 (nid.), ISBN 978-952-13-3996-7 (pdf).
- [20] Nastopoli-instituutti. *Opetussuunnitelma Sähköalan perustutkinto, Elektroniikka ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelma, elektroniikka-asentaja*. PHKK. Nastola, 2001.
- [21] *Suomen Ammatilliset oppilaitokset*. Viitattu 1.3.2007. Saatavissa: <http://db3.edu.fi/koulut/hakutulosryhma.asp?ryhma=am&ryhmaoS=Ammatilliset%20oppilaitokset>.
- [22] Heimala, J. Tutkimuskysely: *Prosesoritekniikan opetus nuorisoasteen ammatillisessa koulutuksessa*. Nastopoli, Nastola, 2007. Viitattu 1.5.2007. Saatavissa: <http://www.nastopoli.com/palaute/kysely/kysely/vastaajantiedot.asp?Haku=331>.

- [23] Heimala, J. *Tutkimuskyselyn vastaukset ja tunnuslukuja: Prosessoritekniikan opetus nuorisoasteen ammatillisessa koulutuksessa*. Nastopoli, Nastola, 2007. Viitattu 1.5.2007. Saatavissa: <http://www.nastopoli.com/prossutulokset>.
- [24] Heimala, J. *Tutkimuskyselyn saatekirjeet ja muita liitteitä, Prosessoritekniikan opetus nuorisoasteen ammatillisessa koulutuksessa*. Nastopoli, Nastola, 2007. Viitattu 1.5.2007. Saatavissa: <http://www.nastopoli.com/prossutulokset/liitteet/>.
- [25] Koskinen, J. *Mikrotietokonetekniikka, sulautetut järjestelmät*. Otava, Keuruu, 2004. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.tietomyrsky.fi/tuotteet/isbn9511190636/?lang=FI>
- [26] Salo, P. *Mikrotietokonetekniikka*. Otava, Keuruu, 1987.
- [27] Vahtera, P. *Mikro-ohjaimen ohjelmointi C-kielellä*. WS Bookwell, Porvoo, 2003. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.microsalo.com/Kirja/>.
- [28] Rantala, P. *Mikrotietokonetekniikka*. Tietokotka Oy, Kotka, 2001. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~pekka/kirjat/Mikrotietokonetekniikka/>
- [29] Parkkari, V. *Mikrotietokoneet 4*. Infopress, Helsinki, 1981.
- [30] Johnson, J. Ståhl, B. *Mikroprosessoritekniikka*. Oppikirja ja työkirja. IS-Vet, Iisalmi, 2005. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: [http://www.isvet.fi/files/kirjaluettelo\\_141009.pdf](http://www.isvet.fi/files/kirjaluettelo_141009.pdf)
- [31] SFS 6000-8-803. *Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-803: Eräitä asennuksia koskevat täydentävät vaatimukset*. Sähkölaitekorjaamot ja laboratoriot. Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 2007.
- [32] OPH, STUL ry. STEK ry. *Toimintaohje työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusvaatimusten huomioimiseksi sähkötöiden koulutuksissa* 1.1.2009. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: [http://www.seti.fi/pdf/Sahkoalan\\_toisen\\_asteen\\_perehdyttaminen.pdf](http://www.seti.fi/pdf/Sahkoalan_toisen_asteen_perehdyttaminen.pdf).
- [33] *Eagle piirilevyn suunnitteluohjelmisto*, Cadsoft Computer GmbH. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa <http://www.cadsoftusa.com/>.
- [34] *Virtual PICmicro microcontroller -Simulointiohjelma*. Matrix Multimedia Ltd. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: <http://www.matrixmultimedia.com/>, <http://www.jjj-automaatio.fi/>.



- [35] *PIC kontrollerit, MPLAB-IDE kehitysympäristö*. Microchip Technology Inc. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: <http://www.Microchip.com>.
- [36] *Hi-Tide C-kehitysympäristö PIC kontrollereille*. Microchip Technology Inc. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: <http://www.htsoft.com/products/hitide/>.
- [37] *PICKit2 ohjelmointi ja debuggerilaite PIC kontrollereille*. Microchip Technology Inc. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodel=1406&dDocName=en023805&redirects=pickit2](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodel=1406&dDocName=en023805&redirects=pickit2).
- [38] Salovaara H. *Katsaus oppimisen tutkimukseen 1900-luvun alusta 1970-luvulle, Kognitiivisen oppimiskäsityksen taustaa*. Suomen virtuaaliyliopisto, Oulu 2004 Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: [http://tievie.oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku\\_2/kognitiivisen\\_oppimiskäsityksen\\_taustaa.htm](http://tievie.oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku_2/kognitiivisen_oppimiskäsityksen_taustaa.htm).
- [39] Scarff T. *Comparison of Harvard and Von Neumann Architectures*. Dublin Institute of technology, Dublin 2004, Viitattu 2.3.2007. Saatavissa: [http://www.electronics.dit.ie/staff/tscarff/architecture/computer\\_architecture.htm](http://www.electronics.dit.ie/staff/tscarff/architecture/computer_architecture.htm)
- [40] *PIC16F8X Databook*. Microchip Technology Inc, USA, 2002. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: <http://www1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30430c.pdf>.
- [41] *Hi-Tech C. C-kehitysympäristö PIC kontrollereille*. Microchip Technology Inc. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: <http://www.htsoft.com/>.
- [42] Saaranen-Kauppinen, A. Puusniekka, A. KvaliMOTV - *Menetelmäopetuksen tietovaranto verkkojulkaisu. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto*, Tampere, 2006. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>.
- [43] Hevosmaa, A. Paavilainen T. *Tekemällä oppiminen ammattiin oppimisen menetelmänä*, kehittämishankeraportti. TAMK, Tampere, 2008. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: [https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/42665/Hevosmaa.Anita\\_Paavilainen.Tamara.pdf](https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/42665/Hevosmaa.Anita_Paavilainen.Tamara.pdf).
- [44] Helakorpi, S. *Koulutuksen ja opetuksen suunnittelu*. Moniste, HAMK, AOKK, Hämeenlinna, 2005. Viitattu 1.2.2010. Saatavissa: <http://openetti.aokk.hamk.fi/sisu/TEEMAT%20AIHEALUEITTAIN/Opetus/op%20suunnittelu/Opetuksen%20suunnittelu/koulutuksensuunnittelu.pdf>.

- [45] Hirvonen, H. Kytölä, H. Pasanen, A. Riihijärvi, S. *Laadulliset tutkimusmenetelmät teknisessä viestinnässä – erityistarkastelussa kyselytutkimus*, Artikkelikooste. Tampereen yliopisto, Tampere 2008. Viitattu 1.3.2010 Saatavissa: <http://www.uta.fi/FAST/TC/laadulliset%20menetelmat.pdf>
- [46] *Microsalo Oy*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.microsalo.com> (lopetti toimintansa 6.5.2009)
- [47] *Tietomyrsky Oy*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.tietomyrsky.fi>
- [48] *Tietopetri Oy*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.tietopetri.fi>
- [49] *Texas Instruments, MCU's*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://focus.ti.com/mcu/docs/mcuhome.tsp?sectionId=101>
- [50] *Matrix multimedia*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.matrixmultimedia.com>
- [51] *Is-Vet Oy*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.isvet.fi/>
- [52] *JJJ.Automaatio Oy*. Viitattu 1.3.2010. Saatavissa: <http://www.jjj-automaatio.fi/>